

3100098010122



PENGONTROL OTOMATIS VISKOSITAS TINTA PADA MESIN CETAK DENGAN MENGGUNAKAN TEKNOLOGI ELEKTRONIKA FUZZY LOGIC

TUGAS AKHIR

Disusun oleh :

BINA ISYAWAN

NRP : 2290 100 130

RSE

629.8

Isy

P-4

1997



PERSTASIKAAN

ITS

13-10-97

H

No. Agenda

7448

**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
1997**

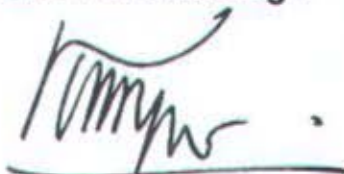
**PENGONTROL OTOMATIS VISKOSITAS TINTA
PADA MESIN CETAK DENGAN MENGGUNAKAN
TEKNOLOGI ELEKTRONIKA FUZZY LOGIC**

TUGAS AKHIR

**Diajukan Guna Memenuhi Sebagian Persyaratan
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Elektro
Pada Bidang Studi Elektronika
Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknologi Industri
Institut Teknologi Sepuluh Nopember**

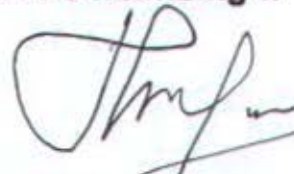
Mengetahui/Menyetujui

Dosen Pembimbing I



Ir. KARYADI, MSc.

Dosen Pembimbing II



PUJIONO, ST

**SURABAYA
Oktober, 1997**

*Kupersembahkan karya ini untuk
Bapak dan Mama tercinta*

ABSTRAK

Dalam tugas akhir ini dibuat suatu prototipe alat pengontrol viskositas tinta pada mesin cetak dengan menggunakan fuzzy logic controller. Pengontrolan dilakukan dengan mengukur dan membaca data-data parameter dari sensor dan nilai setting setiap saat secara kontinyu. Data- data tersebut yang berupa nilai viskositas, ketinggian tinta dalam bak tinta dan setting dari nilai viskositas yang diharapkan yang kemudian diolah dengan logika fuzzy oleh fuzzy logic controller untuk penambahan tinta atau solvent sehingga nilai viskositas yang ditentukan dapat selalu dijaga.

Dengan prototipe alat ini dapat dilakukan pemantauan nilai viskositas dan nilai setting, dan juga nilai viskositas dan ketinggian tinta selalu dijaga, sehingga kualitas hasil cetak juga selalu dapat dijaga.

KATA PENGANTAR

Atas berkat karunia Tuhan Yang Maha Esa, penulis mengucapkan syukur yang sedalam-dalamnya sehingga penulis bisa menyelesaikan tugas akhir ini dalam waktu yang telah ditentukan. Tugas akhir yang diambil berjudul :

PENGONTROL OTOMATIS VISKOSITAS TINTA PADA MESIN CETAK DENGAN MENGGUNAKAN TEKNOLOGI ELEKTRONIKA FUZZY LOGIC

Tugas akhir ini merupakan salah satu syarat dalam menyelesaikan pendidikan di Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.

Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terimakasih atas terselesaikannya tugas akhir ini kepada :

1. Bapak Ir. Soetikno selaku Koordinator Bidang Studi Elektronika, Jurusan Teknik Elektro FTI ITS.
2. Bapak Ir. Karyadi, MSc., selaku Dosen Pembimbing I dan Dosen Wali yang telah banyak memberikan bimbingan dan dorongan dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
3. Bapak Pujiono, ST., selaku Dosen Pembimbing II yang telah banyak memberikan bimbingan dan dorongan dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
4. Seluruh Staf Dosen Pengajar di Jurusan Teknik Elektro FTI-ITS

5. Seluruh Staf dan Karyawan di Jurusan Teknik Elektro FTI-ITS.
6. Bapak, Mama dan Lina Isyawati atas dorongan dan pengertiannya.
7. Ratih Amelia sebagai sahabat terbaik atas dorongan, semangat dan pengertiannya.
8. Teman-teman di Bidang Studi Elektronika yang telah banyak memberikan bantuan, sumbangan pemikiran serta dorongan kepada penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini.

Penulis menyadari bahwa dalam pembuatan tugas akhir ini masih banyak terdapat kekurangan. Dengan segala kerendahan hati penulis mengharapkan kritik serta saran demi penyempurnaan tugas akhir ini. Akhir kata penulis mengharapkan agar tugas akhir ini banyak berguna.

Surabaya, Oktober 1997

Penulis

DAFTAR ISI

| | |
|--|-------|
| JUDUL..... | i |
| LEMBAR PENGESAHAN..... | ii |
| ABSTRAK..... | iii |
| KATA PENGANTAR..... | iv |
| DAFTAR ISI..... | vi |
| DAFTAR GAMBAR..... | x |
| DAFTAR TABEL..... | xii |
| BAB I PENDAHULUAN..... | 1 |
| 1.1 LATAR BELAKANG..... | 1 |
| 1.2 PERMASALAHAN..... | 2 |
| 1.3 BATASAN MASALAH..... | 2 |
| 1.4 TUJUAN..... | 3 |
| 1.5 METODOLOGI..... | 3 |
| 1.6 SISTEMATIKA..... | 4 |
| 1.7 RELEVANSI..... | 5 |
| BAB II TEORI PENUNJANG..... | 6 |
| 2.1 VISKOSITAS..... | 6 |
| 2.1.1 PENGUKURAN VISKOSITAS..... | 8 |
| 2.1.1.1 METODE PENGUKURAN SECARA MANUAL..... | 8 |

| | |
|---|----|
| 2.1.1.2 PENGONTROL VISKOSITAS OTOMATIS..... | 13 |
| 2.2 TRANSDUSER..... | 16 |
| 2.2.1 SENSOR VISKOSITAS..... | 16 |
| 2.2.2 SENSOR LEVEL..... | 21 |
| 2.3 PENGUAT OPERASIONAL..... | 23 |
| 2.3.1 PENGUAT OPERASIONAL SEBAGAI PENGIKUT TEGANGAN..... | 23 |
| 2.3.2 PENGUAT INSTRUMENTASI..... | 24 |
| 2.4 DASAR KONVERSI SINYAL..... | 25 |
| 2.4.1 DUAL-SLOPE A/D CONVERTER..... | 25 |
| BAB III TEORI LOGIKA FUZZY..... | 30 |
| 3.1 PENDAHULUAN..... | 30 |
| 3.2 STRUKTUR DASAR LOGIKA FUZZY..... | 33 |
| 3.2.1 UNIT FUZZIFIKASI..... | 34 |
| 3.2.2 UNIT DASAR PENGAMBILAN KEPUTUSAN FUZZY..... | 35 |
| 3.2.3 UNIT DEFUZZIFIKASI..... | 35 |
| 3.3 CHIP FUZZY NLX220..... | 36 |
| 3.3.1 PENDAHULUAN..... | 36 |
| 3.3.2 DESKRIPSI PIN..... | 38 |
| 3.3.2.1 INPUT..... | 38 |
| 3.3.2.2 OUTPUT..... | 39 |
| 3.3.3 ARSITEKTUR DEVICE..... | 42 |

| | |
|---|----|
| 3.3.4 MEMBERSHIP FUNCTION..... | 43 |
| 3.3.5 VARIABLE FUZZY..... | 46 |
| 3.3.6 RULE..... | 47 |
| 3.3.7 EVALUASI RULE..... | 47 |
| 3.3.8 FLOATING MEMBERSHIP FUNCTION..... | 48 |
| 3.3.9 OPERASIONAL DEVICE..... | 51 |
| 3.3.10 MODE INAKTIF..... | 54 |
| 3.3.11 ORGANISASI MEMORI..... | 54 |

BAB IV PERANCANGAN PERANGKAT KERAS DAN

| | |
|--|----|
| PERANGKAT LUNAK..... | 55 |
| 4.1 BLOK DIAGRAM..... | 55 |
| 4.2 PERENCANAAN PERANGKAT KERAS..... | 57 |
| 4.2.1 MODUL FUZZY NLX220..... | 57 |
| 4.2.2 INSTRUMENTASI TRANSDUSER VISKOSITAS TINTA..... | 58 |
| 4.2.3 INSTRUMENTASI TRANSDUSER LEVEL TINTA..... | 60 |
| 4.2.4 DISPLAY LED SEVEN SEGMENT..... | 60 |
| 4.2.5 DRIVER KATUB/ SOLENOIDE VALVE..... | 62 |
| 4.2.6 RANGKAIAN SETTING VISKOSITAS..... | 63 |
| 4.3 PERANCANGAN PERANGKAT LUNAK..... | 65 |
| 4.3.1 INPUT..... | 66 |
| 4.3.2 OUTPUT..... | 67 |
| 4.3.3 VARIABLE..... | 67 |

| | |
|-----------------------------------|----|
| 4.3.4 RULE..... | 69 |
| BAB V PENGUJIAN DAN PENGUKURAN | |
| 5.1 PENGUJIAN ALAT..... | 71 |
| 5.2 PENGUKURAN DAN KALIBRASI..... | 73 |
| BAB VI PENUTUP | |
| 6.1 KESIMPULAN..... | 76 |
| 6.2 SARAN..... | 77 |
| DAFTAR PUSTAKA..... | 78 |

DAFTAR GAMBAR

| | | |
|------|---|----|
| 2.1 | KURVA REDUKSI NILAI VISKOSITAS TINTA..... | 7 |
| 2.2 | LANGKAH PERTAMA PENGUKURAN DENGAN ZAHN CUP..... | 9 |
| 2.3 | LANGKAH KEDUA PENGUKURAN DENGAN ZAHN CUP..... | 10 |
| 2.4 | LANGKAH KETIGA PENGUKURAN DENGAN ZAHN CUP..... | 10 |
| 2.5 | LANGKAH KEEMPAT PENGUKURAN DENGAN ZAHN CUP..... | 11 |
| 2.6 | FASE PENGISIAN..... | 12 |
| 2.7 | FASE PENGUKURAN..... | 12 |
| 2.8 | TRAJECTORY VISCOSITY CONTROL..... | 13 |
| 2.9 | METODE ROTATING DISK..... | 15 |
| 2.10 | VISKOSITAS OLEH NEWTON..... | 17 |
| 2.11 | KAIDAH TANGAN KIRI..... | 19 |
| 2.12 | SENSOR VISKOSITAS..... | 21 |
| 2.13 | SENSOR LEVEL..... | 22 |
| 2.14 | RANGKAIAN PENYANGGA..... | 24 |
| 2.15 | PENGUAT INSTRUMENTASI..... | 25 |
| 2.16 | BLOK DIAGRAM DUAL SLOVE A/D CONVERTER..... | 29 |
| 3.1 | FUNGSI MEMBERSHIP BOOLEAN DAN FUZZY..... | 30 |
| 3.2 | ISTILAH-ISTILAH DALAM FUNGSI MEMBERSHIP..... | 31 |
| 3.3 | FUNGSI S..... | 31 |
| 3.4 | FUNGSI π | 32 |

DAFTAR TABEL

| | |
|---|----|
| 1. TABEL 3.1 ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS TA= 25° C..... | 40 |
| 2. TABEL 3.2 ANALOG CONVERSION SPECIFICATIONS..... | 40 |
| 3. TABEL 3.3 SPECIFICATION AND RECOMMENDED OPERATING CONDITIONS..... | 41 |
| 4. TABEL 3.4 ALOKASI MEMORI NLX220..... | 54 |
| 5. TABEL 5.1 HASIL PENGUKURAN LEVEL | |
| 6. TABEL 5.2 HASIL PENGUKURAN VISKOSITAS | |

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dewasa ini perkembangan teknologi dalam berbagai disiplin ilmu sangat cepat. Teknologi Elektronika adalah salah satu disiplin ilmu yang berkembang pesat dan menyentuh hampir semua bidang kehidupan dan saling mendukung/berkaitan dengan disiplin ilmu yang lain. Kemajuan teknologi elektronika membuat proses-proses yang dulunya dikerjakan secara manual menjadi suatu proses yang otomatis, akurat dan efisien.

Teknologi elektronika mempunyai keunggulan dalam hal kemudahan untuk diaplikasikan dalam bidang teknologi yang lain misalnya dalam teknologi percetakan. Nilai viskositas tinta pada mesin percetakan sangat penting karena nilai viskositas menentukan laju aliran tinta yang berkaitan dengan kecepatan mesin cetak dan menentukan kualitas mesin cetak. Untuk itu diperlukan pengontrol viskositas tinta pada mesin cetak agar selalu berada pada nilai viskositas yang telah ditetapkan. Pengontrolan secara manual kurang praktis dan tidak real time. Dengan menggunakan peralatan elektronik pengontrolan nilai viskositas dapat dilakukan setiap saat tanpa menggunakan operator lagi.

1.2 Permasalahan

Nilai viskositas tinta pada mesin cetak sangat penting karena nilai viskositas menentukan kualitas hasil cetak dan laju aliran tinta yang berkaitan dengan kecepatan mesin cetak. Untuk itu diperlukan pengontrol viskositas tinta pada mesin cetak agar selalu berada pada nilai viskositas yang telah ditetapkan. Selama ini untuk mengukur nilai viskositas tinta dilakukan secara manual dengan menggunakan metode efflux cup. Pengukuran dilakukan secara rutin pada saat mesin bekerja setiap jangka waktu tertentu sehingga dibutuhkan seorang operator yang harus setiap saat memantau secara rutin dilapangan.

Pengontrolan secara manual kurang praktis dan ada kemungkinan kesalahan nilai viskositas selama selang waktu pengukuran yang akan meyebabkan hasil kerja mesin tidak optimal.

Untuk mengukur nilai viskositas secara lebihcepat dan lebih efisien maka direncanakan suatu peralatan yang dapat mendeteksi parameter-parameter tinta cetak dalam hal ini nilai viskositas dan level/ketinggian tinta dalam bak tinta. Jika hasil pendeteksian berada di luar daerah yang telah ditentukan, maka peralatan secara otomatis akan melakukan pengkondisian sampai mencapai nilai yang diinginkan dengan memakai logika fuzzy.

1.3 Batasan Masalah

Dalam tugas akhir ini perencanaan dan pembuatan alat dibatasi untuk mendeteksi nilai viskositas tinta cetak dan level tinta cetak dalam bak tinta. Nilai

yang terukur kemudian dihubungkan dengan modul fuzzy NLX 220 dan keputusan untuk pengontrolan di ambil dengan menggunakan logika fuzzy. Dengan menggunakan logika fuzzy penulis mengharapkan agar unjuk kerja sistem akan lebih baik dan lebih sederhana baik dalam perangkat keras maupun perangkat lunaknya.

1.4 Tujuan

Mengembangkan suatu alat pengontrol viskositas tinta pada mesin cetak menggunakan Fuzzy Logic Controller dengan parameter nilai viskositas dan volume tinta pada bak tinta sehingga didapat nilai viskositas dan volume tinta yang diinginkan.

1.5 Metodologi

Penyelesaian tugas akhir ini dilakukan dengan metode/langkah-langkah sebagai berikut :

Penelitian di lapangan guna mencari data-data tentang pengontrolan nilai viskositas tinta dan cara kerjanya di PT. PURA BARUTAMA Kudus.

- ♦ Studi Literatur mengenai pengertian viskositas, cara pengukuran dan pengontrolan, chip fuzzy generasi NLX220 serta rangkaian elektronika.
- ♦ Perencanaan perangkat keras dan perangkat lunak dari peralatan.

- ♦ Pembuatan perangkat keras dan perangkat lunak sesuai dengan perencanaan yang telah dibuat.
- ♦ Pengujian dan pengkalibrasian peralatan yang dibuat serta pengukuran data dari hasil pemantauan peralatan
- ♦ Penulisan buku Tugas Akhir.

1.6 Sistematika

Dalam buku tugas akhir ini, pembahasan mengenai peralatan yang dibuat dibagi dalam enam bab dengan sistematika sebagai berikut :

- BAB I berisi pendahuluan yang membahas latar belakang, tujuan, permasalahan, pembatasan masalah, metodologi serta sistematika penulisan buku tugas akhir.
- BAB II berisi penjelasan mengenai pengertian dan teori dasar viskositas dalam mesin cetak, transduser, analog to digital converter, operasional amplifier.
- BAB III berisi teori dasar logika fuzzy dan chip fuzzy tipe NLX220
- BAB IV berisi perencanaan perangkat keras dan perangkat lunak yang menyangkut blok diagram dan cara kerja, diagram alur serta prosedur-prosedur yang dipergunakan dalam perangkat lunak.
- BAB V berisi pengukuran dan kalibrasi dari sensor yang digunakan dan keterbatasan dari sensor yang digunakan.

BAB VI berisi penutup yang terdiri dari kesimpulan yang diperoleh dari pembuatan tugas akhir ini, serta saran-saran untuk pengembangan dan penerapan tugas akhir ini

1.7 Relevansi

Diharapkan Tugas Akhir ini dapat menambah pengetahuan kita tentang Fuzzy Logic Controller dan pengaturan serta pemantauan nilai viskositas tinta dapat dilakukan setiap saat tanpa memerlukan operator lagi

BAB II

TEORI PENUNJANG

2.1 Viskositas

Pengertian viskositas

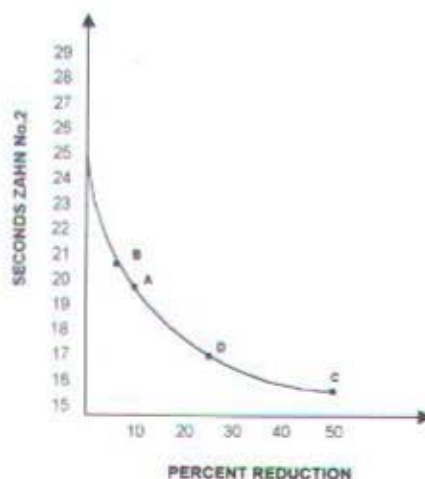
Viskositas adalah karakteristik yang sangat penting dalam tinta cetak yang dapat dikontrol oleh operator. Viskositas diukur untuk memantau dan menjaga karakteristik aliran tinta. Nilai viskositas yang tinggi membuat tinta mengalir lebih lambat keluar dari sel silinder cetak. Oleh karenanya perubahan viskositas mempengaruhi kecepatan aliran tinta yang pada akhirnya mempengaruhi kecepatan mesin cetak. Untuk itu viskositas harus selalu dijaga untuk mendapatkan hasil cetakan yang bagus dan kecepatan mesin yang konstan.

Cairan pelarut tinta (solvent) untuk mesin cetak memiliki tingkat penguapan yang sangat tinggi dan kehilangan pelarut dari larutan tinta akan menyebabkan bertambahnya nilai viskositas. Oleh karenanya viskositas dijaga dengan beberapa banyak pelarut yang harus ditambah untuk mengubah nilai viskositas ke nilai yang diinginkan. Perubahan viskositas ini tidak linear tetapi membentuk kurva. Kurva reduksi ini menunjukkan efek dari nilai viskositas. Sebagai contoh, penambahan 10% zat pelarut pada tinta dengan nilai viskositas 28 detik menggunakan metode Zahn 2

akan mengubah nilai viskositas lebih banyak jika kita tambahkan 10% zat pelarut pada nilai viskositas 20 detik.

Pengukuran nilai viskositas juga memberikan informasi total kandungan zat padat (pigmen dan resin) dalam tinta. Saat pelarut ditambahkan ke dalam tinta maka total kandungan zat padat dalam tinta juga berubah. Perubahan ini akan mempengaruhi karakteristik tinta saat mengering seperti kilap, kelenturan dan kecerahannya. Perubahan viskositas ke nilai yang sangat rendah menyebabkan perubahan karakteristik aliran tinta karena perbandingan pelarut dengan pigment berubah dari titik dimana tidak ada cukup pelarut untuk membawa pigment masuk dan keluar dari sel silinder cetak.

Grafik di bawah menunjukkan kurva reduksi nilai viskositas tinta konvensional



Gambar 2.1 Kurva reduksi nilai viskositas tinta konvensional¹

¹ Gravure Association of America, THE BASIC OF GRAVURE PRINTING (Rochester, New York), p.33

Nilai viskositas diukur dengan menggunakan Zahn No.2 Cup. Dapat dilihat satu detik penurunan nilai viskositas dibaca dari 21 detik ke 20 detik menyebabkan perbedaan reduksi tinta hanya dua persen. Jika kurva dilihat lebih kebawah lagi dimana lengkung kurva mulai melandai, ini berarti perubahan reduksi tinta yang lebih besar dibutuhkan untuk perubahan nilai viskositas yang kecil. Sebagai contoh, satu detik derajat penurunan dari 17 detik ke 16 detik menyebabkan perubahan persen reduksi dari 23 persen menjadi 40 persen atau perbedaan nilainya menjadi 17 persen.

2.1.1 Pengukuran Viskositas

Viskositas secara sederhana diukur dari karakteristik aliran cairan dibawah kondisi tertentu. Ada banyak cara untuk mengukur nilai viskositas tinta cetak, secara manual ataupun yang secara otomatis mengontrol nilainya pada kondisi yang diinginkan. Viskositas diukur secara manual dengan menggunakan metode Efflux Cup dan metode Falling Cylinder. Pengontrolan nilai viskositas secara otomatis menggunakan metode Trajectory Viscosity Control dan Rotating Disc Viscosity Control

2.1.1.1 Metode Pengukuran secara Manual

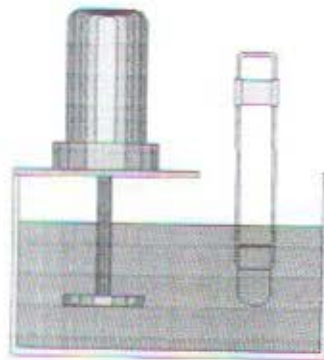
Viskositas diukur secara manual dengan menggunakan metode Efflux Cup dan metode Falling Cylinder. Ada empat Efflux Cup yang umum, yaitu : Shell Cup, Zhan

Cup, Ford Cup dan Hiccup. Pengukuran dengan menggunakan Efflux Cup, Zahn Cup adalah jenis yang paling sering digunakan. Efflux Cup dan stopwatch adalah alat yang paling penting digunakan

Pengetesan nilai visikositas dengan zhan cup

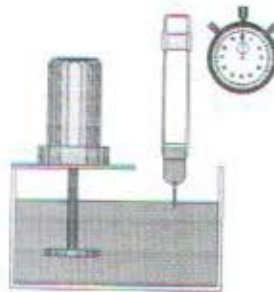
Zhan cup dibuat dengan ukuran yang presisi dengan lubang dibawahnya dengan ukuran yang presisi pula. Cup harus diisi penuh dengan tinta dan pengukuran dimulai saat tinta mengalir keluar dari lubang dibawah. Waktu yang diperlukan untuk tinta mengalir adalah nilai pengukuran.

langkah pertama : masukan zhan cup yang sudah dalam keadaan bersih kedalam tinta, jaga cup bagian bawah dari edapan tinta yang mungkin terjadi (gambar 2.2).



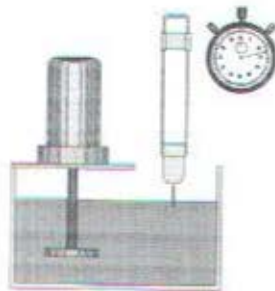
Gambar 2.2 Langkah pertama pengukuran dengan Zahn Cup²

langkah kedua : angkat cup yang penuh dengan tinta secara vertikal dan begitu tinta mengalir, stopwatch ditekan untuk mulai pengukuran, perhatikan aliran tinta yang keluar dari cup (gambar 2.3).



Gambar 2.3 Langkah kedua pengukuran dengan Zahn Cup³

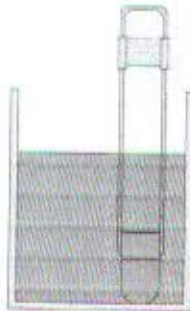
langkah ketiga : saat aliran tinta berhenti stopwatch dimatikan, Waktu yang ditunjukkan oleh stopwatch adalah nilai visikositas yang diukur(gambar 2.4).



Gambar 2.4 Langkah ketiga pengukuran dengan Zahn Cup⁴

³ ibib
⁴ ibib

langkah keempat : Zhan cup harus segera dibersihkan dengan pelarut. Cup harus benar-benar bersih saat digunakan. Jika sampai terlapisi oleh tinta kapasitasnya akan berubah dan jika lubangnya tersumbat aliran tinta akan berubah. Hal ini akan membuat hasil pengukuran yang tidak akurat (gambar 2.5).

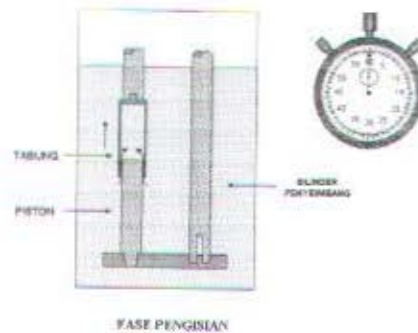


Gambar 2.5 Langkah pertama pengukuran dengan Zahn Cup⁵

Pengetesan nilai visikositas dengan metode Falling Cylinder

Seperti metode pengukuran dengan Zahn Cup, metode Falling Cylinder juga menggunakan waktu sebagai nilai pengukuran yaitu waktu yang dibutuhkan oleh tabung(silinder) untuk menuruni piston yang berada pada posisi yang tetap. Falling cylinder terdiri dari sebuah tabung silinder yang bergerak secara periodik melingkupi sebuah piston yang selalu berada pada posisi tetap.

Saat tabung bergerak ke atas tinta akan tersedot melalui celah antara dinding dalam tabung dan dinding luar piston. Tabung akan penuh terisi tinta karena dibenamkan dalam bak tinta seperti terlihat dalam gambar 2.6.



Gambar 2.6 Fase Pengisian⁶

Nilai viskositas terukur adalah waktu yang dibutuhkan oleh tabung saat jatuh bebas sampai mencapai dasar piston. Tinta akan didorong keluar melewati tempat masuknya karena ditekan oleh berat tabung, dapat dilihat pada gambar 2.7.



Gambar 2.7 Fase Pengukuran⁷

⁶ Herbert L. Weiss, CONTROL SYSTEMS OF WEB-FEB MACHINERY (Converting Technology Company, Milwaukee), p.326

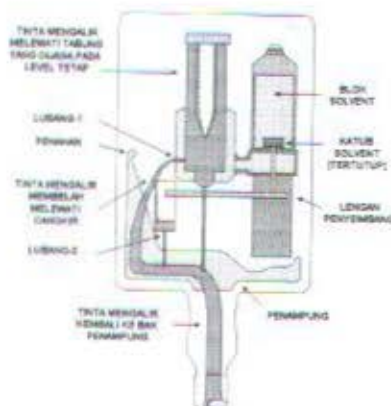
⁷ ibid

2.1.1.2 Pengontrol viskositas otomatis

Ada beberapa jenis pengontrol viskositas yang otomatis. Alat kontrol ini tidak hanya membaca nilai viskositas tetapi juga selalu menjaganya pada nilai yang diinginkan. Yang cukup umum digunakan adalah metode Trajectory Viscosity Control dan Rotating Disc Viscosity Control.

Metode Trajectory Viscosity Control

Trajectory Viscosity Control adalah dasar dari konsep bahwa terjadi variasi atau perubahan trayektori (lintasan jatuh) cairan yang keluar melalui lubang horisontal. Nilai viskositas yang rendah akan menyebabkan lintasan jatuh makin panjang dan sebaliknya bila nilai viskositas makin tinggi maka lintasan jatuh akan semakin pendek. Gambar 2.8 menunjukkan Blok diagram metode Trajectory Viscosity Control.



Gambar 2.8 Blok diagram metode Trajectory Viscosity Control ⁸

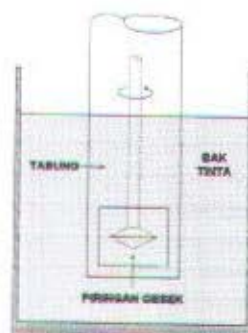
Saat cup atas terisi tinta maka tinta akan ke luar melalui lubang horisontal (orifice #1) dan jatuh ke dalam cup bawah . Cup bawah ini memiliki lubang pengeluaran di bagian bawah (orifice #2) dan volume tinta yang masuk ke dalam cup bawah adalah sama dengan volume yang keluar pada kondisi seimbang. Cup bawah ini dihubungkan oleh sebuah lengan keseimbangan yang berhubungan pula dengan katup pelarut (solvent).

Jika nilai viskositas bertambah akibat penguapan maka lintasan jatuh tinta dari lubang 1 akan semakin pendek dan lebih banyak tinta yang jatuh ke dalam cup bawah. Cup bawah akan mulai terisi tinta karena jumlah tinta yang masuk lebih banyak dari yang keluar melalui lubang 2. Berat cup bawah akan bertambah meyebabkan lengan penghubung menjadi tidak seimbang dan bergerak turun. Gerakan ini akan membuka katup pelarut dan secara otomatis menambahkan pelarut ke dalam tinta. Kondisi ini akan berlangsung sementara karena nilai viskositas tidak dapat berubah secara seketika. Begitu mencapai nilai keseimbangan cup bawah akan terangkat dan katub menutup.

Metode Rotating Disc Viscosity Control

Viskositas suatu cairan menimbulkan gesekan pada benda bergerak yang dibenamkan dalam cairan tersebut. Berdasarkan hal tersebutlah metode Rotating Disc Viscosity Control bekerja. Gaya gesek pada putaran piringan yang dibenamkan dalam

cairan adalah sebanding dengan nilai viskositasnya. Nilai viskositas diperoleh dari pengukuran arus motor atau dari frekwensi putaran motor. Arus motor akan kecil jika nilai viskositas rendah dan sebaliknya jika viskositas bertambah maka arus motor akan bertambah. Untuk pengukuran dengan frekwensi putar motor, jumlah frekwensi putar akan bertambah sebanding dengan penurunan nilai viskositas dan jumlah frekwensi putar akan berkurang sebanding dengan kenaikan nilai viskositas. Pengontrolan viskositas didapat dengan cara mengontrol katub untuk membuka atau menutup aliran pelarut agar dicapai nilai viskositas yang diinginkan. Diagram metode Rotating disc dapat dilihat pada gambar 2.9



Gambar 2.9 Diagram metode Rotating disc⁹

Metode rotating disc ini adalah yang paling banyak digunakan pada peralatan mesin-mesin cetak karena memiliki ketelitian yang tinggi dan kemudahan untuk membersihkan peralatan dibandingkan dengan metode-metode yang lain. Dalam

mengerjakan tugas akhir ini, penulis juga menggunakan metode ini mengacu pada ketelitian dan kemudahan membersihkan peralatan dan keluaran sensor yang berupa besaran listrik akan mempermudah pengolahan data.

2.2 Transduser

Transduser merupakan bagian yang menerima suatu besaran tertentu dan mengubahnya ke besaran listrik. Pada tugas akhir ini digunakan dua buah transduser berupa sensor viskositas dengan menggunakan metode rotating disc untuk mendapatkan data kekentalan tinta dan sensor level cairan untuk mendapatkan data ketinggian cairan dalam bak tinta.

2.2.1 Sensor Viskositas

Seperti telah disebutkan sebelumnya sensor viskositas ini menggunakan metode rotating disc. Sensor ini terdiri sebuah motor DC yang porosnya diperpanjang dan pada ujungnya diberi sebuah piringan kecil. Sensor ini dibuat berdasarkan teori viskositas menurut Newton dan motor arus searah.

Dari persamaan ini dapat diketahui hubungan gaya dengan viskositas, dimana semakin besar nilai viskositas suatu cairan maka gaya yang diakibatkan juga akan semakin besar.

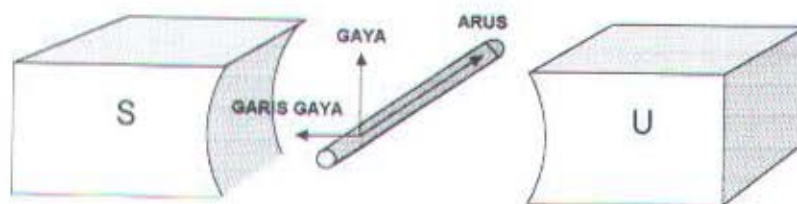
Motor Arus Searah

Motor arus searah ialah suatu mesin yang berfungsi mengubah tenaga listrik arus searah (DC) menjadi tenaga gerak atau tenaga mekanik, dimana tenaga gerak tersebut berupa putaran dari rotor.

Berdasarkan percobaan Oersted diketahui bahwa disekitar kawat berarus listrik terdapat medan magnet. Bilamana arus listrik yang mengalir dalam kawat arahnya menjauhi kita (maju), maka medan-medan yang terbentuk disekitar kawat arahnya searah dengan putaran jarum jam. Sebaliknya bilamana arus listrik yang mengalir dalam kawat arahnya mendekati kita (mundur) maka medan-medan magnet yang terbentuk disekitar kawat arahnya berlawanan dengan arah putaran jarum jam (percobaan Maxwell).

Prinsip dasar dari motor arus searah adalah : kalau sebuah kawat berarus diletakkan antara kutub magnet (U-S), maka pada kawat tersebut akan bekerja suatu gaya yang menggerakkan kawat itu. Arah gerakan tersebut dapat ditentukan dengan "Kaidah Tangan Kiri", yang berbunyi sebagai berikut:

Apabila tangan kiri terbuka diletakkan diantara kutub U dan S, sehingga garis-garis gaya yang keluar dari kutub Utara menembus telapak tangan kiri dan arus di dalam kawat mengalir searah dengan dengan arah ke empat jari, maka kawat itu akan mendapat gaya yang arahnya sesuai dengan arh ibu jari, seperti diperlihatkan pada gambar 2.11



Gambar 2.11 Kaidah tangan kiri¹¹

Besarnya gaya tersebut adalah:

$$F = BIl \cdot 10^{-1} \text{ dyne}$$

di mana :

B adalah kepadatan fluks magnet dalam satuan Gauss

l panjang penghantar dalam satuan cm

I arus listrik yang mengalir dalam Ampere

¹¹ Drs. Sumanto, MESIN ARUS SEARAH, Andi Offset Yogyakarta, p.108

Karakteristik Mekanik Motor Arus Searah

Berdasarkan persamaan torsi motor arus searah

$$T = k I_a \phi$$

di mana :

T adalah torsi motor arus searah

k adalah konstanta

I_a adalah arus jankar

ϕ adalah fluks magnet

Torsi juga dapat ditentukan dari persamaan

$$T = FS$$

di mana :

T adalah torsi

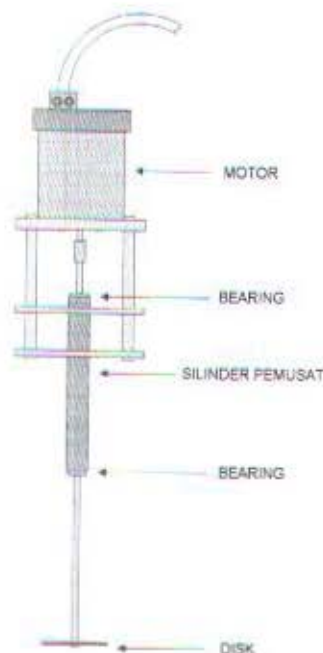
F adalah gaya

S adalah jarak (jari-jari)

Dari kedua persamaan tersebut diatas dapat diketahui bahwa perubahan gaya pada akan menyebabkan perubahan torsi dan perubahan torsi akan menyebabkan perubahan arus jankar motor arus searah

Berdasarkan kedua teori diatas sensor viskositas dalam tugas akhir ini dibuat dari sebuah motor arus searah yang pada rotornya diberi sebuah piringan gesek yang

nantinya akan dibenamkan dalam bak tinta. Perubahan nilai viskositas larutan tinta akan menyebabkan gaya gesek pada piringan akan berubah dan ini akan membuat torsi yang bekerja pada motor DC juga akan berubah. Perubahan torsi ini akan mengakibatkan perubahan arus jangkar pada motor DC. Perubahan arus ini adalah merupakan output dari sensor. Blok diagram sensor dapat dilihat pada gambar 2.12

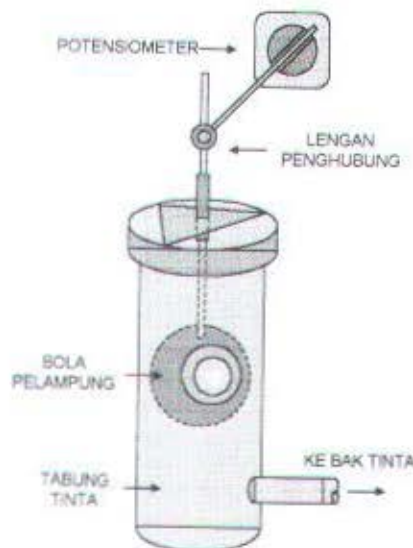


Gambar 2.12 Sensor Viskositas

2.2.2 Sensor Level

Pada saat mesin cetak bekerja maka volume larutan tinta dalam bak tinta akan berkurang karena dua sebab, pertama karena menguapnya pelarut dan yang kedua

karena tinta terpakai untuk mencetak. Untuk menjaga agar tinggi larutan tinta dalam bak tinta selalu berada dalam kondisi yang tetap maka diperlukan sensor level untuk mengetahui tinggi cairan tinta dalam bak tinta. Sensor ini terdiri dari sebuah bola pelampung yang dihubungkan dengan sebuah potensiometer melalui sebuah lengan. Untuk menjaga kestabilan, bola ditempatkan dalam tabung terpisah dari bak tinta. Perubahan ketinggian larutan tinta akan mengakibatkan perubahan posisi bola, perubahan posisi bola ini akan menggerakkan potensiometer melalui lengan penghubung. Secara keseluruhan diagram sensor dapat dilihat pada gambar 2.13



Gambar2.13 Sensor Level

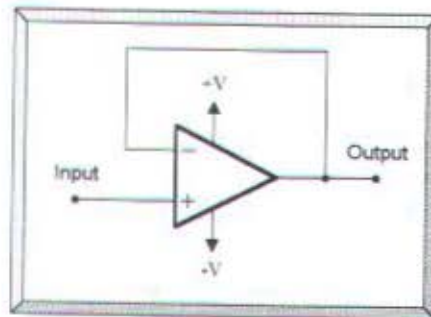
2.3 Penguat Operasional

Keluaran dari transduser sangat lemah, sehingga perlu dikuatkan sampai mencapai jangkauan tangan input analog dari chip fuzzy dengan skala penuh dengan menggunakan rangkaian pengkondisi sinyal. Penerapan pengkondisi sinyal dalam rangkaian ini adalah sebagai penguat instrumentasi. Penguat Operasional merupakan komponen utama dalam rangkaian pengkondisi sinyal.

2.3.1 Penguat Operasional sebagai Pengikut Tegangan

Penguat operasional sebagai pengikut tegangan (Voltage Follower) merupakan penguat tegangan tak membalik yang mempunyai impedansi masukantinggi dan impedansi keluaran yang sangat rendah. Karena sifat ini, pengikut tegangan banyak dipakai sebagai penyangga elektronik untuk mengisolasi rangkaian atau peralatan satu terhadap yang lain agar tidak terjadi interferensi antar komponen atau peralatan yang tidak diharapkan.

Jadi apabila ingin mendapatkan isyarat dari suatu sumber dengan impedansi tinggi dan tidak ingin ada aliran arus isyarat, maka mula-mula sumber tersebut disangga dengan pengikut tegangan, kemudian keluaran pengikut tegangan tersebut dihubungkan dengan rangkaian berikutnya. Rangkaian dasar penyangga dapat dilihat pada gambar 2.14



gambar 2.14 Rangkaian Penyangga

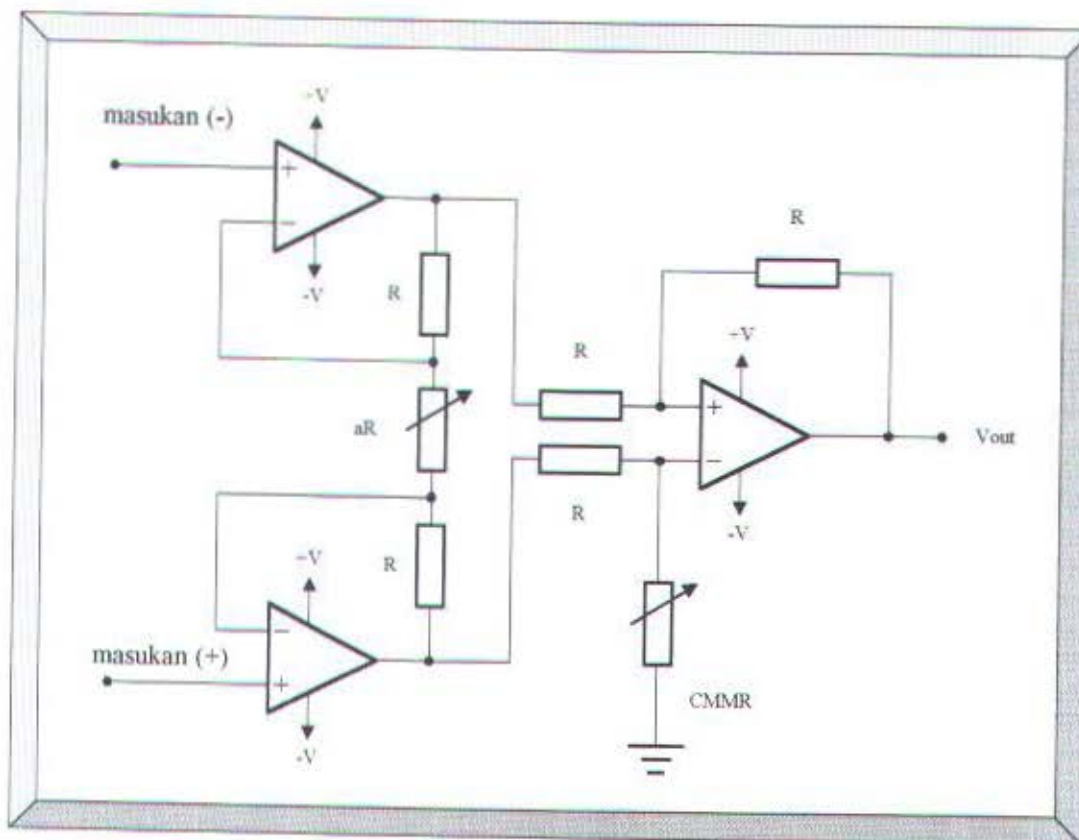
2.3.2 Penguat Instrumentasi

Penguat instrumentasi merupakan penguat differential tegangan presisi yang diperlukan jika interferensi disekitarnya cukup tinggi dan dikhususkan terutama untuk sinyal-sinyal kecil

Penguat instrumentasi dapat dibuat dengan memakai tiga buah penguat operasional, yaitu dua buah sebagai penyangga (voltage follower) dan sebuah sebagai penguat diferential. Rangkaian penguat instrumentasi dapat dilihat pada gambar 2.15.

Penguatan tegangan ditentukan oleh besarnya resistor aR , yaitu :

$$Av = \frac{V_o}{V_i} = 1 + \frac{2}{a} \quad \text{dimana } a = aR/R$$



Gambar 2.15 Penguat Instrumentasi

2.4 Dasar Konversi Sinyal

Data yang akan diolah mikrokontroler harus merupakan data digital yang merupakan kode biner yang terdiri dari kode "0" dan "1". Sedangkan sinyal yang akan diolah adalah merupakan sinyal analog (sinyal kontinyu), untuk itu diperlukan suatu sistem yang dapat mengubah sinyal analog tersebut ke dalam sinyal digital.

Dual-Slope A/D Converter

Analog to Digital Converter yang digunakan dalam tugas akhir ini menggunakan ADC dari jenis Dual-Slope A/D Converter. Bagian pertama dari rangkaian ini adalah ramp generator. Inverting input dari opamp dijaga pada kondisi ground semu oleh opamp. Suatu tegangan, katakanlah, 2 Volt dikenakan pada input dari resistor 10 K yang akan menyebabkan mengalirnya arus konstan sebesar 0.2 mA melalui resistor ke titik pertemuan antara ujung resistor yang lain dengan salah satu ujung kapasitor. Karena arus ini tidak dapat mengalir ke input opamp yang memiliki impedansi sangat tinggi, maka arus ini kemudian mengumpul pada plate dari kapasitor. Guna menjaga input opamp pada kondisi ground semu, maka opamp harus menarik arus yang besarnya sama dari plate kapasitor sisi lainnya. Selagi masa pengisian kapasitor, tegangan output pada opamp harus naik dan lebih negatif guna menjaga aliran arus supaya tetap konstan. Tegangan yang melintasi kapasitor selama pengisian oleh arus konstan adalah fungsi ramp linear. Jika tegangan input positif, output dari integrator ramp berpolaritas negatif, sebaliknya jika tegangan input negatif, output dari integrator ramp berpolaritas positif.

Kemiringan dari ramp dapat dihitung dengan mudah yakni dengan menggunakan hubungan dari $q = CV$ untuk kapasitor dan $q = It$. Jika kedua persamaan diatas digabung akan didapatkan bahwa $\delta V / \delta t = I / C$. Jika arus sama dengan V_{IN} / R didapatkan bahwa $\delta V / \delta t = V_{in} / RC$. Tampak pada persamaan

terakhir bahwa kenirangan dari VIN adalah tetap. Untuk nilai yang telah diberikan seperti tampak pada gambar bahwa input sama dengan + 2 Volt dan output slope adalah -2 V/ms.

Ketika output integrator mendorong inverting input dari komparator negatif, output kapasitor berguling menjadi positif dan mengaktifkan gerbang AND. Hal ini menyebabkan clock masuk ke counter. Output integrator dibuat menjadi ramp negatif untuk sejumlah hitungan tertentu. Hal ini ditunjukkan oleh gambar dibawah ini sebagai *t1*. Saat counter mencapai hitungan tertentu, rangkain oengontrol akan mereset counter ke 0 dan memindahkan input integrator ke tegangan referensi negatif. Tegangan input negatif akan meyebabkan output integrator menjadi ramp positif, seperti ditunjukkan *t2* pada gambar tersebut. Ketika tegangan input integrator mencapai diatas 0 lagi, output kompator akan menjadi low. Rangkaian kontrol mendeteksi transisi ini dan memberikan sinyal strobe ke latches untuk me-latch keluaran counter. Selanjutnya rangkaian kontrol akan mereset counter ke posisi 0 dan memindahkan input integrator kembali ke tegangan input. Kemudian mulai lagi proses konversi berikutnya. Jumlah dari hitungan yang telah disimpan didalam latch adalah sebanding dengan tegangan input VIN.

Output integrator pada kondisi waktu yang tetap *t1* turun sampai pada suatu tegangan yang sama dengan $(V_{IN}/RC) * t1$. Untuk kembali ke 0, integrator harus menanjak naik sejumlah tegangan tertentu. Untuk periode integrasi referensi *t2*

tegangan V sama dengan $(V_{REF}/RC) \times 2$. Kedua persamaan untuk V dapat dibuat persamaan sebagai berikut :

$$\frac{V_{IN}}{RC} \times t1 = \frac{V_{REF}}{RC} \times t2$$

$$V_{IN} \times t1 = V_{REF} \times t2$$

$$t2 = V_{IN} \times \frac{t1}{V_{REF}}$$

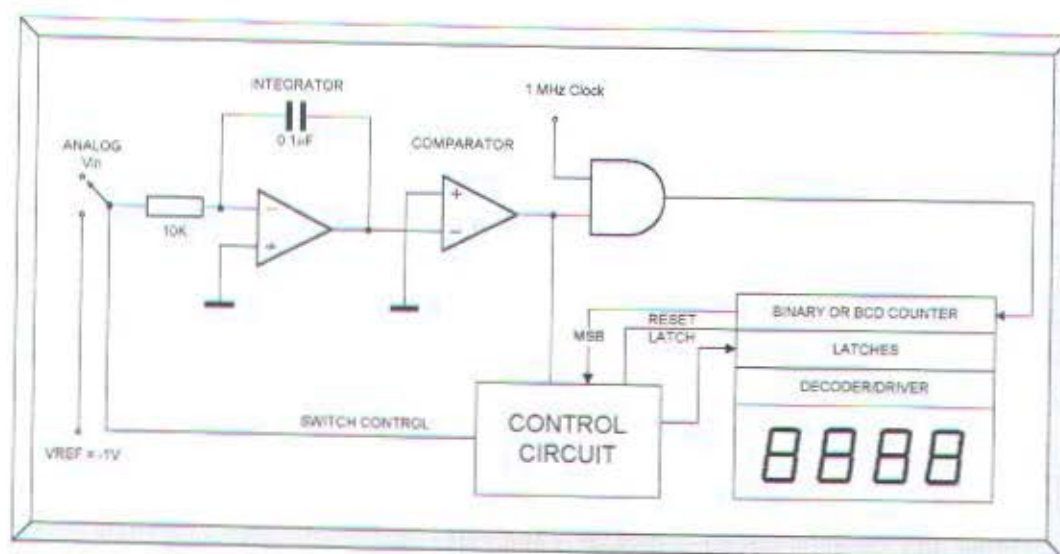
Karena RC muncul pada kedua sisi persamaan maka akan saling meniadakan. Arti praktis dari hal ini adalah bahwa R dan C tidak memiliki pengaruh pada akurasi pembacaan keluaran. Hal ini merupakan keuntungan besar jika dibandingkan dengan single ramp converter. Hasil akhir persamaan diatas menunjukkan bahwa output counter $t2$ adalah berbanding lurus hanya dengan V_{IN} sebab V_{REF} dan $t1$ adalah konstan / bernilai tetap.

Untuk rangkaian pada gambar dibawah ini, $t1$ adalah 1000 hitungan untuk clock 1 Mhz atau 1 ms dan V_{REF} adalah -1 Volt. Untuk 2 Volt sinyal input $t2$ akan bernilai $(2 \text{ V}/1\text{V}) \times 1000$ hitungan, atau 2000 hitungan. Grafik dibawah ini mewakili keluaran integrator untuk input tegangn yang lebih kecil , misalnya 0.8 Volt maka $t2$ akan bernilai 800 hitungan. Pembacaan akan menunjukkan nilai 0.800 Volt.

Tegangan input yang tidak diketahui di kenakan pada input integrator untuk hitungan dengan jumlah yang tetap yakni $1/$. Counter akan mereset ke 0 dan integrator input dihubungkan dengan tegangan Referensi. Jumlah hitungan yang dibutuhkan integrator untuk kembali ke 0 berbanding lurus dengan tegangan input.

Keuntungan dual slope konverter adalah sangat akurat, murah dan tahan terhadap variasi suhu pada komponen R dan C. Salah satu kekurangannya adalah kecepatan konversi lambat.

Block diagram dari dual slope A/D converter dapat dilihat pada gambar 2.16



gambar 2.16 Block diagram dual slope A/D converter

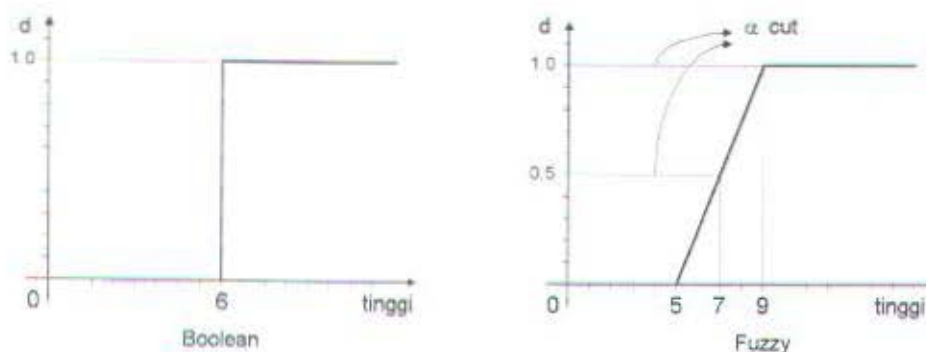
BAB III

TEORI LOGIKA FUZZY

3.1 Pendahuluan

Pada pertengahan tahun 1965 Prof. Lotfi Zadeh dari Universitas California di Berkeley memperkenalkan teori logika fuzzy. Teori ini merupakan generalisasi logika multi nilai dan logika konvensional atau logika Boolean dalam kasus-kasus tertentu. Beberapa Tahun kemudian teori ini dikembangkan ke arah aplikasi kontrol praktis.

Fungsi utama dari logika fuzzy adalah untuk aplikasi kontrol dengan mendefinisikan term dan rule yang intuitif sebagai pengganti fungsi matematis yang kompleks atau tidak linear. Dengan demikian logika fuzzy merupakan aproksimasi dari penalaran manusia. Perbedaan utama dari logika fuzzy dan logika konvensional adalah logika fuzzy tidak hanya mengevaluasi dua nilai true atau false, tetapi lebih dari itu fuzzy memberikan/mengijinkan derajat keanggotaan dari beberapa himpunan serta memungkinkan range yang kontinu.

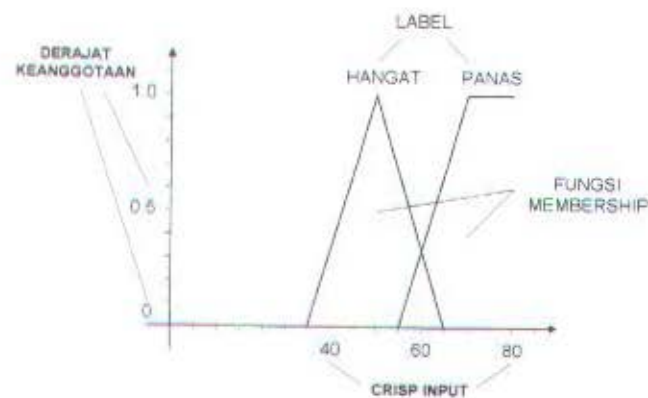


Gambar 3.1 Fungsi Membership Boolean dan Fuzzy¹³

¹³ -----, FUZZY MICROCONTROLLER DEVELOPMENT, American Neuralogic, Inc., 1992, p.5-1

Sebagai contoh klasik, suatu elemen secara pasti hanya mempunyai dua kemungkinan, menjadi anggota atau tidak. Tetapi dalam fuzzy elemen itu dapat mempunyai kemungkinan menjadi anggota dari beberapa set/himpunan dengan nilai keanggotaan (degree of membership) yang terletak antara 0 dan 1, seperti terlihat pada gambar 3.1.

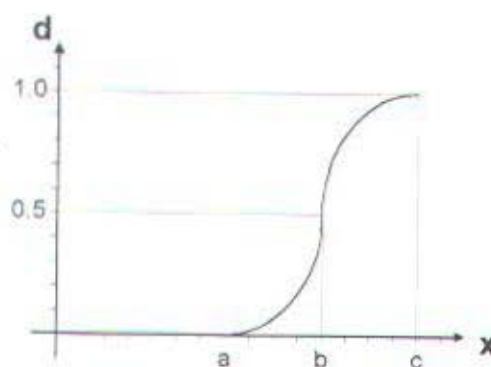
Bagian-bagian dari fungsi membership.



Gambar 3.2 Istilah-istilah dalam Fungsi Membership

Macam-macam bentuk fungsi membership:

Fungsi S

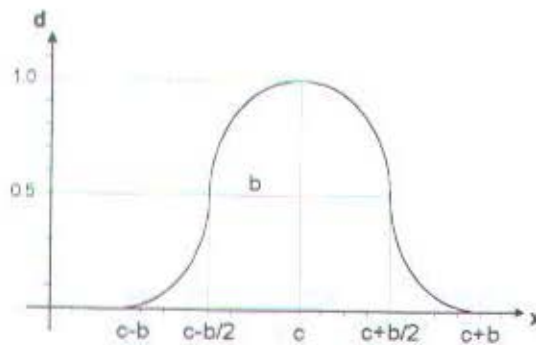


Gambar 3.3 Fungsi S

atau secara matematis:

$$\begin{aligned}
 S(x, a, b, c) &= 0 && \text{untuk } x \leq a \\
 &= 2((x-a)/(c-a)) && \text{untuk } a \leq x \leq b \\
 &= 1-2((x-a)/(c-a)) && \text{untuk } b \leq x \leq c \\
 &= 1 && \text{untuk } x \geq c
 \end{aligned}$$

Fungsi π

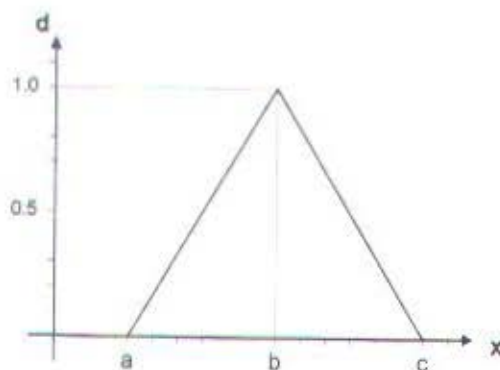


Gambar 3.4 Fungsi π

atau secara matematis :

$$\begin{aligned}
 (x; a, b) &= S(x; c-b, c-b/2, c) && \text{untuk } x \leq c \\
 &= 1-S(x; c, c+b/2, c=b) && \text{untuk } x \geq c
 \end{aligned}$$

Fungsi Segitiga



Gambar 3.5 Fungsi Segitiga

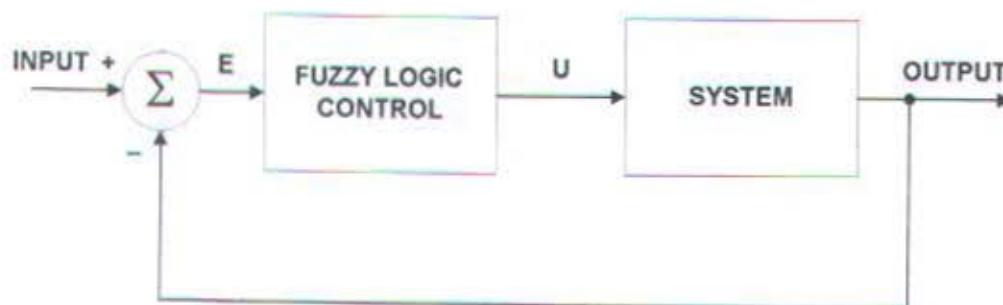
atau secara matematis:

$$\begin{aligned}
 T(x, a, b, c) &= 0 && \text{untuk } x \leq a \text{ dan } x \geq c \\
 &= (x-a)/(b-a) && \text{untuk } a \leq x \leq b \\
 &= (c-x)/(c-b) && \text{untuk } b \leq x \leq c
 \end{aligned}$$

3.2 Struktur Dasar Logika Fuzzy

Fuzzy logic controller secara tipikal dapat digolongkan ke dalam sistem kontrol close-loop seperti pada gambar 3.6. Pada gambar 3.7 diperlihatkan elemen utama dari fuzzy logic controller adalah unit fuzzifikasi, unit penalaran fuzzy, data dasar pengambilan keputusan fuzzy (knowledge base) dan unit defuzzifikasi.

Unit data base (knowledge base) terdiri dari dua bagian utama yaitu data base untuk mendefinisikan fungsi membership dan rule base yang menghubungkan nilai fuzzy input dengan nilai fuzzy output.



Gambar 3.6 Tipikal Sistem Kontrol dengan Fuzzy Logic¹⁴



Gambar 3.7 Struktur Dasar Fuzzy Logic Control¹⁵

3.2.1 Unit Fuzzifikasi

Fuzzikasi adalah proses memetakan (mapping) crisp input ke dalam set/himpunan fuzzy. Data crisp yang sudah ter-map diubah menjadi variabel label dari fungsi membership yang sesuai (nilai fuzzy input). Definisi fuzzikasi:

$$x = \text{fuzzifier}(x_0)$$

dimana :

x_0 : crisp input

x : set/himpunan fuzzy

Fuzzifier : Fuzzikasi yang memetakan crisp input ke dalam set fuzzy

3.2.2 Unit Dasar Pengambilan Keputusan Fuzzy (Knowledge Base)

Knowledge base terdiri dari data base dan rule base. Data base terdiri dari parameter-parameter fuzzy sebagai set/himpunan fuzzy atau mendefinisikan fungsi membership dari tiap-tiap range variable. Dalam mendefinisikan data base terdapat beberapa pertimbangan yaitu, range (universe of discourse) tiap-tiap variable, jumlah set/himpunan fuzzy dan bentuk fungsi membership yang digunakan.

Rule Base mengandung pendefinisian rule control fuzzy untuk mengatur kerja sistem, sehingga diperoleh sistem kontrol yang diinginkan. Rule base ini mencerminkan penalaran manusia terhadap sistem kontrol tersebut. Pendefinisian rule secara garis besar adalah sebagai berikut:

Rule 1 IF x_1 is A_{11} AND ... AND x_m is A_{1m} THEN y is B_1

Rule 1 IF x_1 is A_{11} AND ... AND x_m is A_{1m} THEN y is B_1

Rule 1 IF x_1 is A_{11} AND ... AND x_m is A_{1m} THEN y is B_1

3.2.3 Unit Defuzzifikasi

Defuzzifikasi adalah proses memetakan (mapping) nilai output fuzzy ke nilai non fuzzy (crisp) dan dapat dinyatakan sebagai berikut :

$$y_o = \text{defuzzifier}(y)$$

dimana y : nilai output fuzzy

y_o : nilai non-fuzzy (crisp)

defuzzfier : proses defuzzikasi yang didefinisikan
pemrogram

Pada umumnya metode defuzzikasi yang digunakan adalah :

- ♦ Metode mean of max (MOM)

Metode ini juga disebut Height Defuzzification adalah metode yang menghasilkan nilai output rata-rata dari nilai-nilai output maksimum fungsi membership.

- ♦ Metode center of gravity (COG)

Metode ini menghasilkan nilai output yang merupakan gravity dari distribusi nilai output fungsi membership. Metode ini paling banyak digunakan.

3.3 Chip Fuzzy NLX220

3.3.1 Pendahuluan

NLX220 merupakan device yang membentuk kalkulasi logika fuzzy secara langsung di hardware. Karena memang dibuat khusus sebagai controller, sehingga mudah dipakai, unjuk kerjanya bagus, memiliki keistimewaan, dan tangguh dalam lingkungan yang kasar.

Device ini terdiri dari 4 analog input dan output dengan sumber clock internal. NLX 220 akan menyerap daya yang rendah saat operasi normal dan mempunyai mode power-down yang akan mengurangi daya dengan faktor 10.

Fuzzy logic sangat sesuai dengan proses-proses yang mempunyai input data yang acak dan sistem tidak linier untuk laju sistem kontrol yang tangguh.

Metodologinya memakai deskripsi secara linguistik dari sistem, sehingga menjadikannya sangat intuitif dan mudah untuk dipakai. Dapat juga dipakai untuk

menambahkan kecerdasan pada produk-produk industri, misalnya untuk meningkatkan performansi, menambah feature, dan meningkatkan efisiensi.

NLX220P bisa diprogram yang sesuai untuk development dan produksi yang terbatas. Kompatibilitas pin NLX220 memakai teknologi OTP untuk storage dan sesuai untuk produksi yang beragam.

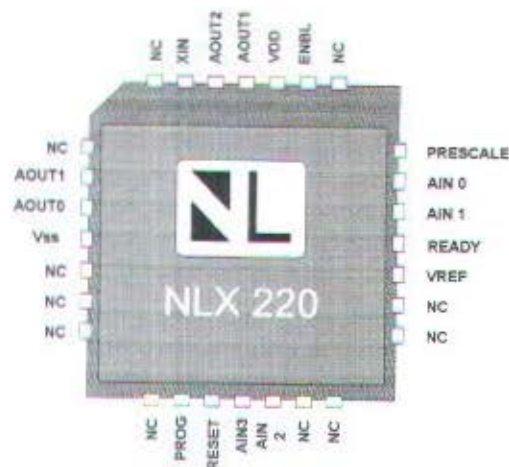
Memori menyimpan MF Fuzzy dan parameter rule. Pengorganisasian memori fleksibel dan dengan efisien mengadaptasi keperluan dari aplikasinya. Device ini menyimpan 111 variabel Fuzzy yang diorganisasikan dalam bentuk keperluan rulanya.

Device menyediakan 6 tipe MF yang berbeda untuk berbagai aplikasi. MF mempunyai slope konstan dan hanya perlu spesifikasi tipe, lebar, dan center. NLX220 juga menyediakan floating MF, dimana lebar dan center bisa 'float' dibuat berubah-ubah dengan dinamis. Floating MF dimanfaatkan untuk mengukur penurunan, membuat timer, atau meng-adjust untuk men-drive sensor.

Ada dua metode Defuzzifikasi, immediate dan accumulate. Immediate akan men-drive output untuk harga yang sudah tertentu dan accumulate untuk menambahkan harga yang telah ada.

3.3.2 Deskripsi Pin

Susunan pin NLX 220 pada kemasan PLCC 28 pin adalah sebagai gambar berikut:



Gambar 3.8 Susunan pin NLX 220

3.3.2.1 Input

RESET untuk menginisialisasi device dengan sinyal aktif low. Harus tetap aktif hingga sedikitnya 8 clock untuk memastikan operasi yang lama telah habis. Dapat diaktifkan dengan rangkaian delay power-up. Dengan Reset akan mengaktifkan mode loe-power.

AIN(0-3) input data analog yang dengan internal akan dikonversikan ke 8 bit data digital. Input yang tidak dipaaki harus di-ground-kan.

| | |
|----------|---|
| XIN | clock input, boleh dipakai eksternal input clock atau dengan kristal, di mana ujung satunya di-ground-kan. |
| PROG | untuk saat pemrograman NLX220P. Pin ini tidak dipakai pada NLX220. Saat operasi harus di-ground-kan. |
| PRESCALE | input logika '1' menandakan dalam mode prescale dan '0' dalam operasi normal. Pin ini di-ground-kan saat mode prescale tidak pernah digunakan atau dihubungkan dengan pin READY untuk operasi kontinyu. Mode juga bisa dipanggil selama pengoperasian oleh logika eksternal. Setelah RESET diaktifkan, PRESCALE input harus dipertahankan pada logika rendah sedikitnya selama 4 clock. |

3.3.2.2 Output

| | |
|------------|---|
| AOUT (0-3) | Analog output, 8 bit data digital dikonversikan secara internal ke level analog. |
| READY | setelah reset pin ini menandakan device mulai men-sample dan memproses data. Pin ini seharusnya tidak dihubungkan atau disambungkan dengan PRESCALE selama pengoperasian. |
| VREF | memfilter referensi tegangan internal, hubungkan ke ground dengan 0,1uF kapasitor. |

Table 1. Absolute maximum Ratings $T_a = 25\text{ }^{\circ}\text{C}$

| Parameter | Min | Max | Unit |
|--------------------|------|-----|------|
| Vdd | -0,5 | 7,0 | V |
| Vss | 0 | 0 | V |
| Digital Input | 0 | Vdd | V |
| Analog Input | 0 | Vdd | V |
| Power Dissipation | | 100 | mV |
| Storage temperatur | -50 | 150 | C |

Tabel 2. Analog Conversion Specifications

| Parameter | Value | Units |
|-----------------------|-------|-------------|
| Resolution | 1 | Bit |
| Slew Rate, Tracking | 1,6 | V/ms max |
| Zero Code Error | 1x | LSB |
| Full Scale Error | 1x | LSB |
| Signal to Noise Ratio | 45 | dBmin |
| Sampling Rate | 10KHz | Per Channel |

Tabel 3. Specifications and Recommended Operating Conditions

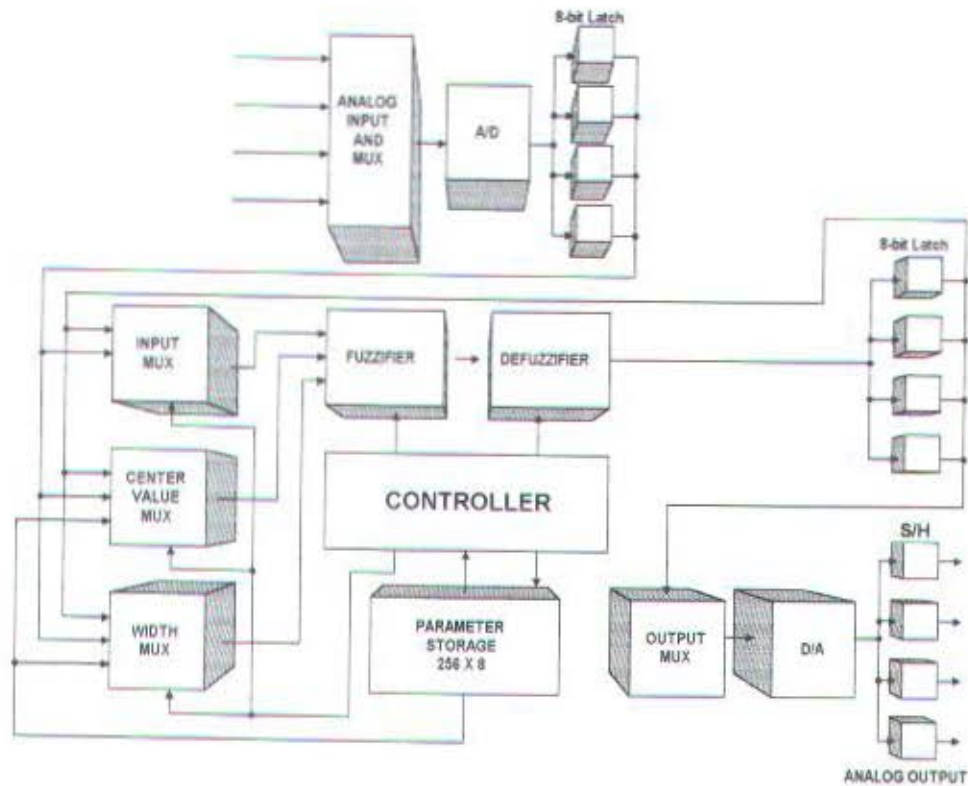
| | Parameter | Min | Norm | Max | Unit |
|-----|--------------------------------------|------|------|-------------|------|
| Vdd | Supply Voltage | 4,75 | 5,0 | 5,25 | V |
| Idd | Supply Current | | | | mA |
| Iol | Digital output Low Level Current | | | 15 | mA |
| Ioh | Digital output High Level Current | | | -40 | uA |
| F | Clock Frequency | 1 | | 10 | MHz |
| Vil | Digital input Low Level voltage | 0 | | 0,8 | V |
| Vih | Digital input High Level voltage | 3,5 | | Vdd | V |
| Iil | Digital input low Level voltage | | | -40 | uA |
| Iih | Digital input High Level voltage | | | | uA |
| Zin | Analog Input impedance | 100 | 150 | 250 | kOhm |
| Vin | Analog input Voltage | 0 | | Vdd-0 ,5 | V |

| | | | | | |
|-----|--------------------------------|----------------------|--|----|----|
| Vo | Analog Output voltage range | V _{ss} +0,5 | | | V |
| Io | Analog Output Current | -5 | | 5 | mA |
| Tw | Reset Pulse Width | 100 | | | ms |
| Tsv | Reset inactive before clock | 10 | | | ms |
| Ta | Operating Ambient temperature | 0 | | 70 | C |

3.3.3 Arsitektur Device

ini adalah stand alone kontroller Fuzzy logic yang membentuk semua kalkulasi di dalam hardware dan tidak memerlukan software. Input dapat secara langsung dihubungkan ke sensor atau switch, demikian juga outputnya langsung dihubungkan dengan piranti analog atau digunakan untuk fungsi kontrol.

Komponen utama NLX220 adalah Fuzzifier, Defuzzifier, dan Kontroller. Fuzzifier mengkonversikan input data ke dalam data Fuzzy, dan dalam hubungannya dengan kontroller, akan mengevaluasi data fuzzy dengan definisi set rule yang dimasukkan yang menggambarkan sistem kontrol yang dimaksud. Setelah rule-rule dievaluasi, Defuzzifier memberikan nilai aksi ke output yang bersesuaian.



Gambar 3.9 Blok diagram NLX220

3.3.4 Membership Function (MF)

MF dipakai untuk membagi input ke dalam bagian-bagian dimana inputnya biasanya bervariasi. MF dibandingkan dengan data input untuk mengetahui dimana data tersebut akan ditempatkan. Tempat-tempat tersebut tergantung disainernya dalam mengklasifikasikan data, misalnya hangat, cepat, atau tinggi. Dalam hal ini sebagai contoh termometer, pembagiannya suhunya dibuat sehalus mungkin, misal :

Di bawah 60 F = Dingin

60 F - 70 F = Cool

70 F - 75 F = Moderat

75 F - 85 F = Warm

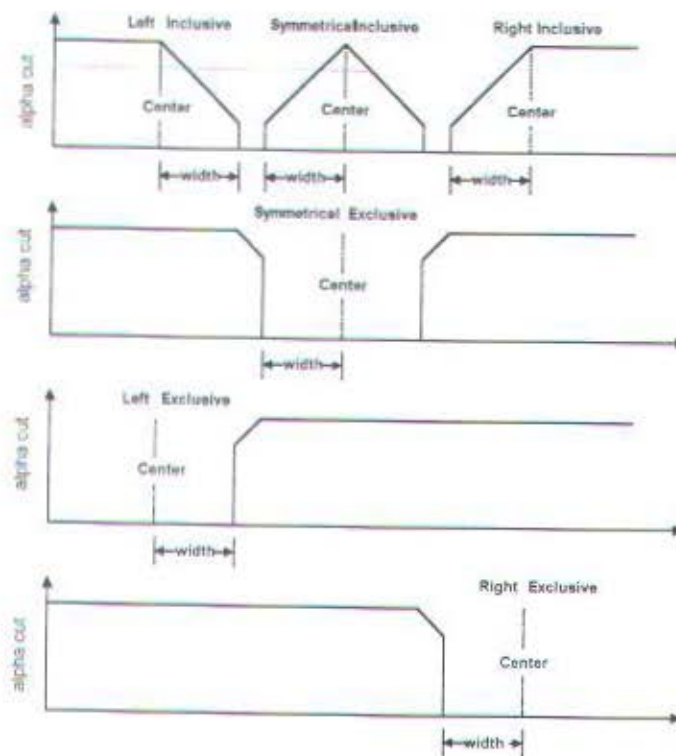
Di atas 85 F = Panas

Pembagian ini hanya secara intuitif saja. Di dalam Fuzzy Logic 5 bagian ini disebut MF. Pembagian ini boleh terjadi overlap, dimana datanya berarti member dari kedua MF. Misalnya dingin dengan cold.

NLX220 mensupport 6 macam slope:

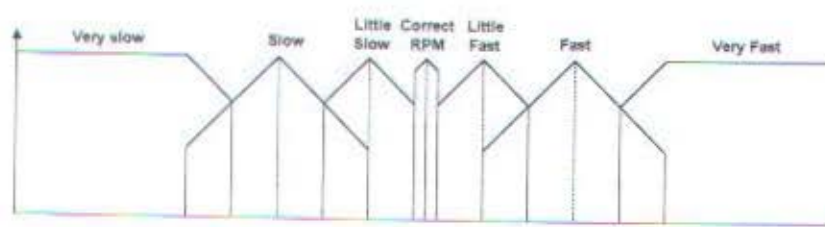
- 1. Left Inclusive
- 2. Symmetrical Inclusive
- 3. Right Inclusive
- 4. Symmetrical Exclusive
- 5. Left Exclusive
- 6. Right Exclusive

Di dalam aplikasinya didefinisikan dengan nama, tipe bentukannya, dan nilai numerik center dan width-nya. Pemilihan MF harus hati-hati agar dapat menyederhanakan banyak model. Misalnya, dalam termometer Dingin adalah left inclusive dan Panas right Inclusive MF.



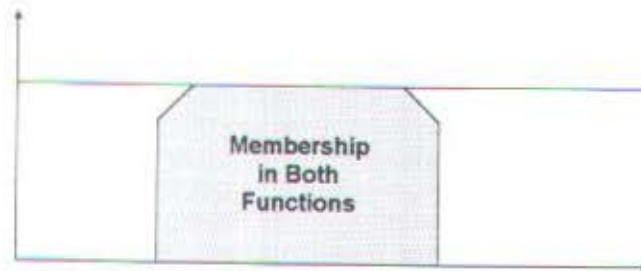
Gambar 3.10 Jenis Membership Function

Ketepatan kontrol pada operating point yang diinginkan dapat diberikan dengan sempitnya Symmetrical Inclusive MF. Aplikasinya kontrol motor, yang perlu sekali kepresisian. Contoh dari gabungan dari tipe dan lebar yang berbeda dipakai untuk memonitor kecepatan motor.



Gambar 3.11 Membership Function Kecepatan

MF dapat di-overlap-kan agar membentuk tipe MF baru seperti trapezoidal, yang merupakan gabungan dari Left Inclusive dan Right Inclusive. Data input yang masuk ke dalam tipe trapezoid adalah member dari kedua MF tersebut.



Gambar 3.12 Overlap Dua Membership Function

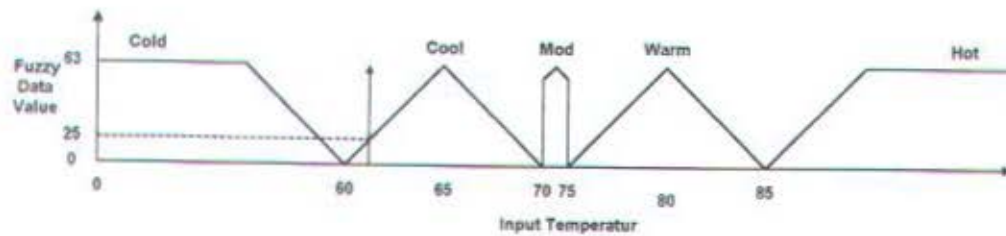
3.3.5 Variabel Fuzzy

Adalah ekspresi linguistic yang menunjukkan input bersesuaian dengan MF di sumbu mendatarnya. Variabel Fuzzy berdasarkan pada Membership Function dan Input variabel, seperti misalnya :

if Temperatur is Cool

Di dalam contoh ini 'Temperatur' adalah input dan 'Cool' adalah Membership Function.

Hubungannya dikerjakan oleh Fuzzifier, hasilnya adalah data Fuzzy yang menunjukkan derajat mana data input yang sesuai dengan MF. Data Fuzzy adalah numerik dan berkisar antara 0 - 63 di dalam NLX220.



Gambar 3.13 Fuzzifikasi dari Temperatur input.

3.3.6 Rule

Rule adalah berisi satu atau lebih variabel Fuzzy dan sebuah nilai aksi ke outputnya. Rule dipakai untuk memberitahu ke kontroller bagaimana menanggapi perubahan input data.

Misalnya :

Output -5 if Velocity is Fast and Acceleration is Positive

Output +5 if Velocity is Little_Slow and Acceleration is Zero

Di rule pertama, variabelnya adalah 'Velocity is Fast' dan kedua 'Acceleration is Positive'. Aksi '-5' dan '+5' diberikan ke output untuk mengurangi atau mempercepat motor. Jika memakai tanda '+' berarti memakai mode output accumulate yang menunjukkan bahwa output bisa ditambah atau dikurangi.

3.3.7 Evaluasi Rule

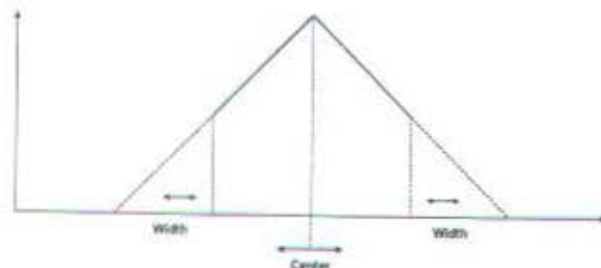
Ada beberapa metode untuk mengevaluasi Rule Fuzzy Logic. NLX220 mengevaluasi dengan teknik dua step MAX-of-MIN.

Step pertama - MIN, semua nilai variabel Fuzzy dibandingkan dan nilai paling rendah mewakili Rule. Step kedua - MAX, nilai rule dibandingkan dan nilai paling tinggi yang menang.

Membership function, variabel Fuzzy, dan Rule dibuat dan dikelompokkan menurut keperluan aplikasi. Sifat-sifat fisik sistem yang mau dikontrol harus dipahami sebelum memasukkan model Fuzzy.

3.3.8 Floating Membership Function

Keistimewaannya memakai fungsi Floating MF. Floating yang dimaksudkan adalah nilai center dan width dari MF dapat dibuat berubah-ubah, yang biasanya adalah nilainya tetap dan disimpan di memori. Di dalam floating membership function nilainya dapat berasal dari input atau output.



Gambar 3.14 Floating Membership function.

Beberapa MF dibuat floating saat entri data. Floating MF berfungsi merubah nilai center dan width sebagai data dari perubahan pilihan input atau output.

Misalnya :

IN1 is small (0, 25, Symmetrical Inclusive)

IN2 is small (0, 25, Symmetrical Inclusive)

Dimana : 0 = center

 25 = width

Dua variabel Fuzzy tadi dapat digabungkan menjadi:

Output +1 if IN 1 is small and IN2 is small

dimana varabel fuzzy 'IN1 is small' membandingkan input IN1 dengan membership function konvensional 'small'. Floating MF membuatnya akan menjadi lebih ringkas dengan variabel Fuzzy dan rule berikut :

IN1 is small_difference (IN2, 25, symmetrical Exclusive)

Output +1 if IN1 is small_difference

Di dalam variabel Fuzzy, center dari MF small_difference di definisikan oleh nilai IN2 yang disimpan di latch input.

Saat proses Fuzzifikasi, sebuah input dikurangkan dari center dan nilai absolutnya di-inversikan untuk mengukur bagaimana sedekat mungkin hal itu dapat match dengan nilai centernya. Ketika fuzzifikasi floating MF akan mengurangi satu input dengan yang lain.

Floating MF seperti contoh di atas digunakan untuk mengkalibrasi input sensor over time, dengan cara langsung membandingkan dua input. Nilai stabil sensor dibandingkan dengan set tegangan. Rule kalibrasi mengecek derajat dari ketidaktepatan dan menyimpannya ke dalam output latch. Jika input dalam kalibrasi,

center akan match dan nilai koreksi adalah nol. Koreksi ketidaktepatan yang besar akan menyimpan nilai yang besar juga. Koreksi digunakan untuk meng-adjust floating center dari MF di dalam rule yang memproses data sensor.

Floating MF dapat digabungkan dengan aksi floating output untuk memperoleh derivatif dari nilai input. Rule dapat mereferensikan sebuah input sebagai aksi floating sehingga melewatkannya secara langsung ke output latch.

Selama input sampel berikutnya, nilai output latch memilih MF nilai center, yang berakibat berkurangnya nilai input yang sebelumnya. Beda nilai, dibagi oleh sampling interval, adalah nilai derivatif yang dapat dijadikan acuan di dalam rule.

Sebagai contoh pemakaian input atau aksi di dalam mengukur percepatan motor. Rule yang memberikan nilai input ke dalam output latch adalah :

VALUE_TO = IN1 if IN1 is MUST_WIN(0, 0, Right Inclusive)

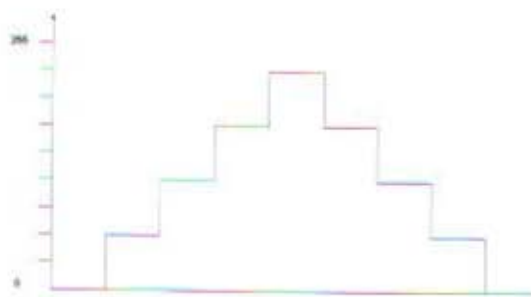
Rule memberikan IN1 sebagai nilai aksi. MUST_WIN adalah tipe Right Inclusive mulai nol sehingga apapun nilai IN1, rule harus menang dan nilai IN1 diberikan ke output latch.

Rule kedua menghitung derivatif dan meng-adjust output drive ke motor :

ACCEL if IN1 is VALUE_T1 (VALUE_T0, 25, Symmetrical Inclusive)

Maksudnya rule menentukan apakah nilai input pada T1 masih di dalam range 25 dari nilai awal saat T0. Di dalam aplikasi aktual, perlu MF lain untuk menentukan polaritas derivatif dan rule yang lain untuk menjankau varasi yang lebar.

Contoh di atas floating membership function digunakan dengan jelas. Di dalam aplikasinya, floating MF dipakai ekstensif untuk menyimpan memory karena



Gambar 3.16 Mode accumulate defuzzifikasi

3.3.10 Mode Inaktif

Konsumsi power dapat diperkecil dari mode operasi ke mode standby yaitu dengan mempertahankanpin clock high. Menghentikan clock berarti menunda pemrosesan dan membiarkan output pada setting terakhir. Nilai output analog akan menjadi nol, pemrosesan berlanjut lagi ketika clock memulai lagi.

3.3.11 Organisasi Memori

Organisasi memori dalam NLX220 dibagi dalam tiga bagian, yaitu Rule/Fuzzy Variabel storage, Center storage dan Width storage seperti ditunjukkan pada tabel dibawah

Tabel 3.4 Alokasi Memori NLX220

| Alamat (Desimal) | (Alamat Hexadesimal) | Fungsi |
|------------------|----------------------|--------|
| 0 | 0 | Rule |
| 223 | DF | Rule |
| 224 | E0 | Center |
| 239 | EF | Center |
| 240 | F0 | Width |
| 225 | FF | Width |

BAB IV

PERANCANGAN PERANGKAT KERAS

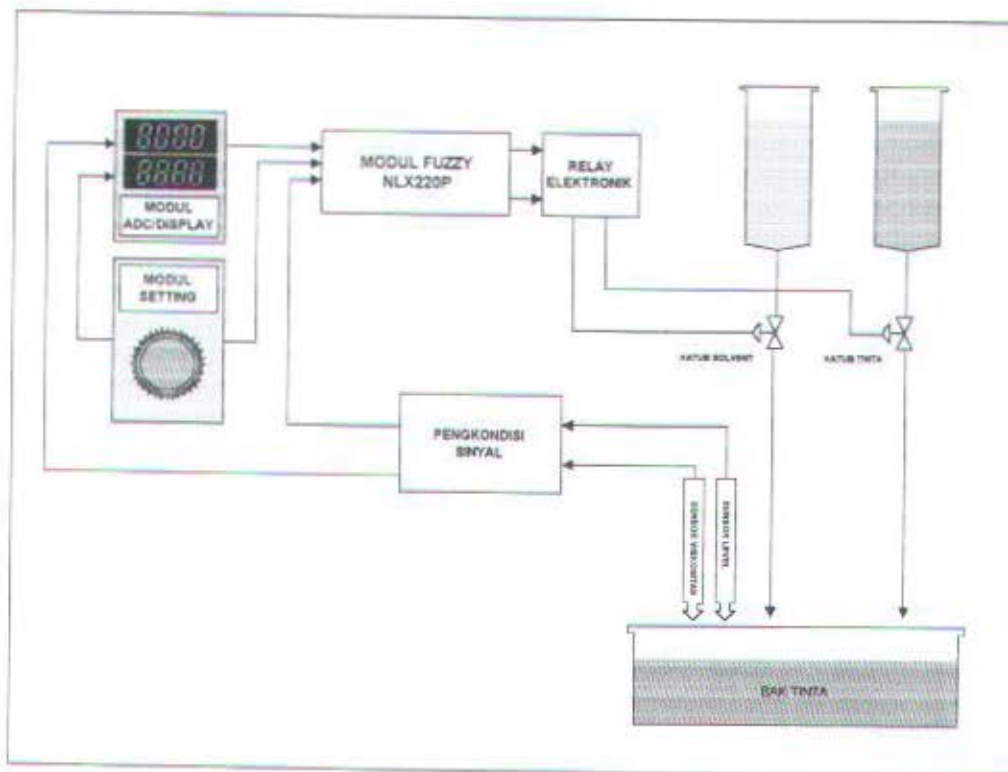
DAN PERANGKAT LUNAK

Dalam bab ini akan dibahas mengenai perencanaan perangkat keras (hardware), perangkat lunak (software) dan juga mencakup cara kerja dari sistem secara keseluruhan. Pembahasan akan dimulai dengan blok diagram dan cara kerja dari sistem lalu dilanjutkan dengan perencanaan perangkat keras kemudian dilanjutkan dengan perangkat lunak. Sehingga diharapkan pembaca lebih mudah untuk menyimak dan mengerti tentang alat yang dibuat.

4.1 Blok Diagram

Blok diagram dari sistem alat yang dibuat dapat dilihat pada gambar 4.1. Dari gambar blok tersebut dapat dilihat bahwa sistem terdiri dari beberapa bagian penting yaitu :

- ♦ Fuzzy Board berbasis chip fuzzy NLX220P
- ♦ Instrumentasi transduser Viskositas tinta
- ♦ Instrumentasi transduser level Tinta
- ♦ Driver katub/solenoid valve
- ♦ Display seven segment sebagai tampilan
- ♦ Nilai setting sebagai input



Gambar 4.1 Blok Diagram Sistem

Sebelum menjelaskan tentang perencanaan perangkat keras akan dijelaskan secara singkat mengenai cara kerja dari sistem yang dibuat. Bagian transduser (sensor) berfungsi untuk mengubah besaran viskositas, ketinggian cairan menjadi besaran sinyal listrik (tegangan). Didalam modul NLX220 sinyal sinyal ini akan diolah dengan logika fuzzy apakah sudah sesuai dengan setting yang telah ditentukan. Jika tidak maka output modul NLX220 akan memberikan sinyal untuk membuka katub sampai nilai seting yang telah ditetapkan dicapai. Kondisi ini akan berlangsung secara kontinyu.

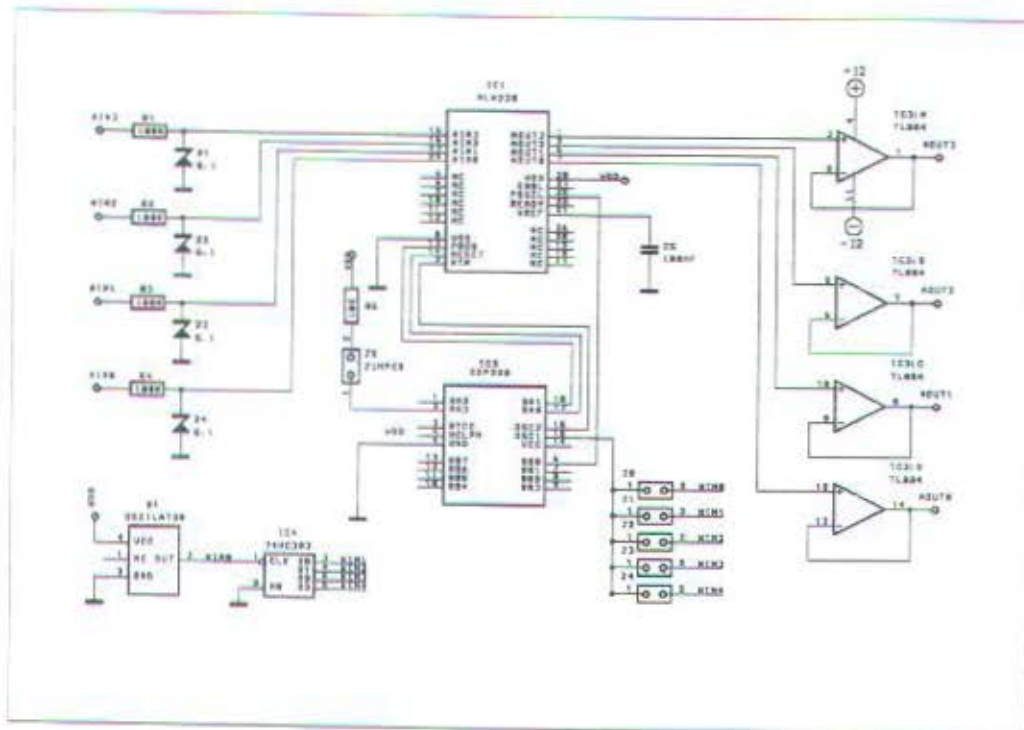
Selanjutnya akan dijelaskan perencanaan perangkat keras dari masing-masing bagian sistem.

4.2 Perencanaan Perangkat keras

Perencanaan perangkat keras meliputi fuzzy board berbasis chip fuzzy NLX220P, instrumentasi transduser viskositas tinta, instrumentasi transduser level tinta, driver katub/solenoid valve, display seven segment sebagai tampilan, nilai setting sebagai input

4.2.1 Modul Fuzzy NLX220

Modul ini memiliki fungsi sebagai pengendali sistem rangkaian meliputi pengambilan data, pengolahan data dengan logika fuzzy dan pengeluaran data. Modul ini memiliki empat input analog sebagai masukan data dan empat output sebagai keluaran. IC EEP220 mendapat clock eksternal dari sebuah oscilator kristal 8 MHz yang kemudian dimasukan ke dalam sebuah pembagi frekwensi IC 74HC393 yang outputnya membuat frekwensi clock terbagi menjadi empat bagian yaitu 4 Mhz, 2 MHz, 1 MHz sehingga frekwensi clock modul bisa diubah-ubah sesuai kebutuhan. Untuk mengamankan modul dari input yang melebihi tegangan +5V maka setelah resistor input ditambahkan sebuah diode zener 5.1V. Output dari modul diberi rangkaian penyangga untuk mencegah modul terbebani oleh rangkaian output. Adapun rangkaiannya dapat dilihat pada gambar 4.2



Gambar 4.2 Modul NLX220

4.2.2 Instrumentasi Transduser Viskositas tinta

Untuk mengukur nilai viskositas digunakan sebuah motor DC yang memutar sebuah kincir yang dibenamkan dalam cairan tinta dengan tegangan yang konstan. Perubahan nilai viskositas akan mempengaruhi gesekan kincir terhadap cairan tinta dan akan menyebabkan perubahan arus yang melewati motor DC. Perubahan arus ini kemudian di konversi menjadi perubahan tegangan dengan meletakkan resistor yang bernilai resistansi rendah dengan daya yang besar (5W) dan memiliki toleransi yang kecil (1%) secara seri antara motor DC dengan catu dayanya. Selanjutnya nilai perubahan ini dikuatkan dengan penguat instrumentasi

karena tegangan yang terdeteksi sangat kecil dalam orde milivolt. Gain penguat dibuat sebesar 50 kali maka

$$A_v = V_o/V_i = 1 + 2/a$$

$$50 = 1 + 2/a$$

$$2/a = 49$$

$$a = 2/49$$

$$= 0,04$$

dipilih $R = 10K$ maka

$$a = aR/R$$

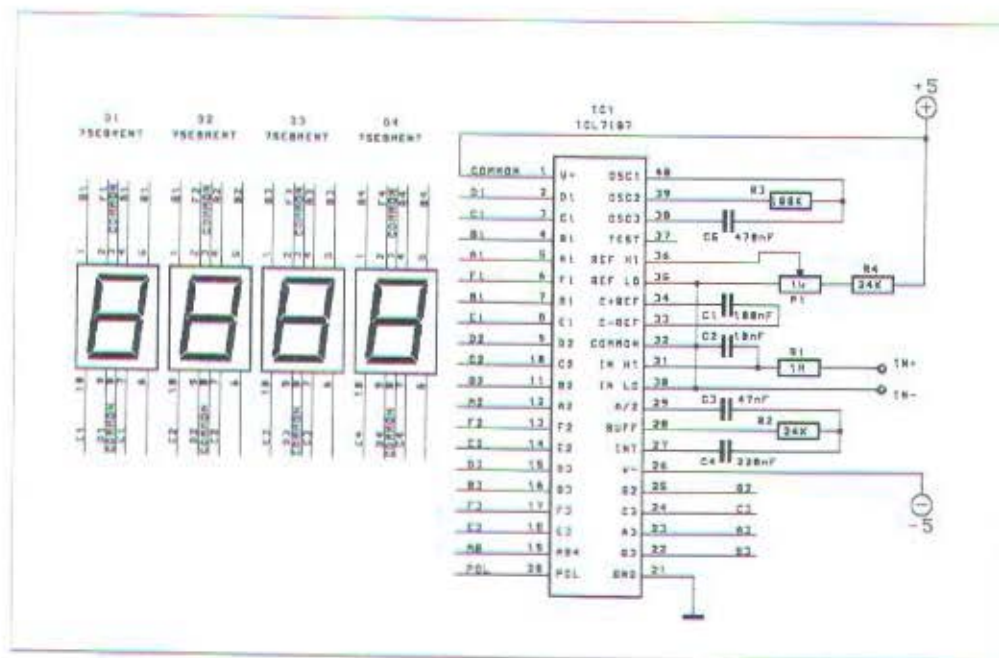
$$aR = a \cdot R$$

$$= 0,04 \cdot 10000$$

$$= 400\Omega$$

dipilih R sebesar 500Ω yang diseri dengan trimpot $5K\Omega$ agar penguatan bisa diatur. IC yang digunakan dipilih LF356 single opamp yang memiliki stabilitas yang tinggi, resistansi masukan yang sangat tinggi, memiliki pin-pin yang sesuai dengan pin-pin IC single opamp yang lain serta mudah di dapat dipasaran. Rangkaian modul instrumentasi viskositas tinta bisa dilihat pada gambar berikut :

8 bit dengan output langsung menggerakkan empat buah led seven segment yang menampilkan nilai maksimum 3 1/2 digit segment. Jadi nilai yang ditampilkan akan berada dari nilai 000 sampai maksimum 1999. Tegangan maksimumnya dapat diset pada skala 200mV atau 2 V. Rangkaiannya seperti gambar 4.4



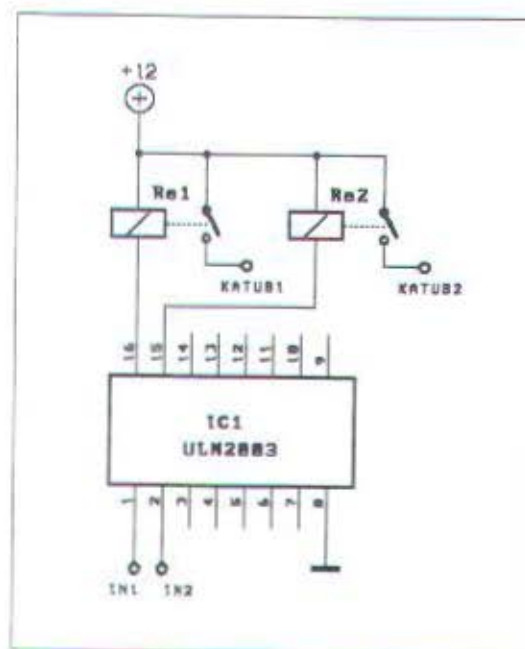
Gambar 4.4 Modul Display Led Seven Segment

Berdasarkan data sheet dari MAXIM 3 1/2 Digit A/D Converter, untuk mendapatkan skala maksimum sebesar 2 Volt maka ditentukan auto zero capacitor sebesar $0.0047\mu\text{F}$, integrating resistor sebesar $470\text{K}\Omega$ dan untuk mengatur tegangan referensi agar mencapai 1V digunakan potensiometer $20\text{K}\Omega$. Dengan dengan tegangan referensi sebesar 1V akan dicapai skala maksimum dua kali

tegangan referensi yaitu 2V yang ditampilkan dengan 3 1/2 digit led seven segment menjadi sebesar 1.999 V.

4.2.5 Driver katub/solenoid valve

Penambahan zat pelarut dan tinta diatur dengan pengaktifkan katub untuk membuka atau menutup. Untuk mengisolasi rangkaian dengan katub digunakan relai. Pengaktifan relai menyebabkan katub juga aktif. Adapun rangkaian driver katub adalah sebagai berikut :



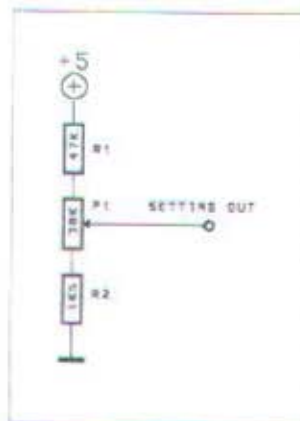
Gambar 4.5 Driver katub/solenoid valve

Rangkaian ini menggunakan IC ULN2003 Darlington Transistor Arrays yang salah satu aplikasinya adalah sebagai driver relai, ini membuat rangkaian menjadi sederhana namun dapat diandalkan. Di dalam IC ini sudah dilengkapi

dengan diode sebagai pengaman transistor driver dari induksi balik relai. Titik IN1 dan IN2 berhubungan langsung dengan modul NLX220. Bila pada titik-titik ini mendapat sinyal high (+5V) maka relai-relai akan aktif dan mengerjakan katub tinta atau katub pelarut.

4.2.6 Rangkaian Setting Viskositas

Untuk menentukan nilai viskositas yang ditetapkan, maka modul NLX220 diberi sinyal setting berupa tegangan analog. Tegangan analog yang dimasuk dibuat berada dalam nilai 100mV - 2.0V. Nilai ini akan membagi nilai viskositas menjadi 20 bagian yaitu setiap 100mV. Adapun rangkaiannya sebagai gambar berikut



Gambar 4.6 Rangkaian Setting Viskositas

Untuk mendapatkan pembagian tegangan dengan resolusi yang tinggi dan presisi digunakan potensiometer multiturn. Di pasaran nilai yang tersedia hanya

30K Ω maka dibuat rangkaian pembagi tegangan agar mendapatkan output tegangan dari 100mV-2.0V dari tegangan +5V dengan analisa sebagai berikut :

$$5 = I (R_1 + 30K + R_2)$$

$$2 = I (30K + R_2)$$

$$0.1 = I \cdot R_2$$

maka:

$$I = 0.1/R_2$$

$$2 = 0.1/R_2 (30K + R_2)$$

$$2 = 3K/R_2 + 0.1$$

$$3K/R_2 = 1.9$$

$$R_2 = 3K/1.9$$

$$R_2 = 1578$$

$$5 = I (R_1 + 30K + R_2)$$

$$= 0.1/R_2 (R_1 + 30K + R_2)$$

$$5R_2 = 0.1 (R_1 + 30K + R_2)$$

$$5R_2 = 0.1R_1 + 3K + 0.1R_2$$

$$0.1R_1 = 5R_2 - 3K - 0.1R_2$$

$$0.1R_1 = 5.1578 - 3000 - 0.1.1578$$

$$0.1R_1 = 4732.2$$

$$R_1 = 47322$$

Dipilih harga terdekat yang ada dipasaran

$$R1 = 47K\Omega$$

$$R2 = 1500\Omega \text{ atau } 1K5$$

4.3 Perancangan Perangkat Lunak

Perangkat lunak penunjang aplikasi ini adalah insight. Software ini dipakai untuk mendefinisikan :

1. Input
2. Output
3. Variable
4. Rules
5. Simulasi
6. Down-Load rule

Untuk menjaga nilai viskositas secara manual, operator mengukur nilai viskositas dengan menggunakan cup, bila ternyata terlalu tinggi maka operator akan menambahkan pelarut (solvent) , kemudian nilai viskositas diukur lagi dan jika masih tinggi operator akan menambahkan lagi pelarut. Begitu seterusnya sampai nilai yang ditetapkan dicapai. Penambahan pelarut ini semakin mendekati nilai yang ditetapkan akan semakin sedikit.

Pembuatan perangkat lunak dengan NLX220 juga dibuat sama dengan cara operator mesin cetak menjaga nilai viskositas. Hubungan input dan output dari NLX220 ditunjukkan pada gambar 4.7



Gambar 4.7 Hubungan I/O NLX220

4.3.1 Input

Penentuan definisi input ditentukan oleh kebutuhan aplikasinya. Dalam peralatan ini empat input secara hardware yaitu :

1. Visco, berfungsi untuk masukan sensor viskositas ke input NLX220.
2. Delay, berfungsi untuk masukan error pengukuran ke input NLX220.
3. Vset, berfungsi untuk masukan setting temperatur ke input NLX220.
4. Level, berfungsi untuk masukan sensor level ke input NLX220.

Untuk jenis input yang berhubungan langsung dengan channel output sebagai feedback internal adalah :

1. (Ramp), berfungsi untuk menghasilkan gelombang segitiga sebagai dasar untuk membentuk sinyal PWM.

2. (Valve), berfungsi untuk counting lebarnya sinyal PWM sesuai dengan hasil evaluasi rule yang menang.

4.3.2 Output

Untuk output yang langsung berhubungan secara internal dengan input

1. (Ramp), berfungsi untuk menghasilkan gelombang segitiga sebagai dasar untuk membentuk sinyal PWM.
2. (Valve), berfungsi untuk counting lebarnya sinyal PWM sesuai dengan hasil evaluasi rule yang menang.
3. (Ink), sebagai channel untuk mengeluarkan PWM untuk mendrive katub tinta.
4. (Solvent), sebagai channel untuk mengeluarkan PWM untuk mendrive katub pelarut.

4.3.3 Variable

Pendefinisian variable dibagi menjadi :

1. Kontrol Ramp
2. Kontrol valve
3. Deteksi viskositas
4. Deteksi viskositas error
5. Deteksi level tinta.

Detil variable yang dibuat adalah sebagai berikut :

1. Kontrol Ramp

Ramp is Count (255, 0, Right Exclusive)

Ramp is Reset (252, 0, Symmetrical Inclusive)

2. Kontrol Valve

Ramp is on (valve, 0, Left Inclusive)

Ramp is off (valve, 0, Right Inclusive)

3. Deteksi viskositas

VISCO is VON (Vset, 1, Symmetrical Inclusive)

VISCO is VLow (Vset, 1, Right Exclusive)

VISCO is VVLow (Vset, 5, Right Exclusive)

VISCO is VHigh (Vset, 1, Left Exclusive)

VISCO is VVHigh (Vset, 5, Left Exclusive)

VISCO is VSLow (Vset, 10, Left Exclusive)

VISCO is VSHigh (Vset, 10, Left Exclusive)

4. Deteksi viskositas error

Delay is DON (VISCO, 10, Symmetrical Inclusive)

Delay is DNeg (VISCO, 10, Right Exclusive)

Delay is DVNeg (VISCO, 20, Right Exclusive)

Delay is DPos (VISCO, 10, Left Exclusive)

Delay is DVPos (VISCO, 20, Left Exclusive)

5. Deteksi Level

Level is Lon (50, 12, Symmetrical Inclusive)

Level is Low (28, 10, Left Inclusive)

Level is VLow (12, 10, Left Inclusive)

Level is High (62,0, Left Inclusive)

4.3.4 Rule

Rule yang disusun dikelompokkan ke dalam tiga bagian :

1. Stair Step Ramp Generator, sebagai pembentuk step sinyal ramp.
2. Valve change Rules, pengubah lebar pulsa PWM menurut viskositas terukur oleh sensor.
3. Solvent valve control, pemberi sinyal on-off ke output solvent driver.

Detail Rule sebagai berikut :

1. Stair Step Ramp Generator

If Ramp is Count then Ramp + 5

If Ramp is Reset then Ramp = 0

2. Valve change Rules

If VISCO is VON and Delay is DON and Ramp is Reset then Valve = 0

If VISCO is VSHigh and Delay is DON and Ramp is Reset then Valve = 200

If VISCO is VSHigh and Delay is DPos and Ramp is Reset then Valve = 250

If VISCO is VVHigh and Delay is DON and Ramp is Reset then Valve = 120

If VISCO is VVHigh and Delay is DPos and Ramp is Reset then Valve = 150

If VISCO is VHigh and Delay is DON and Ramp is Reset then Valve = 60

If VISCO is VHigh and Delay is DPos and Ramp is Reset then Valve = 80

If VISCO is VON and Delay is DPos and Ramp is Reset then Valve = 50

3. Solvent valve control

If Ramp is OF then Solvent = 0

If Ramp is ON then Solvent = 255

BAB V

PENGUJIAN DAN PENGUKURAN

Pada bab ini akan dibahas mengenai pengujian alat yang dilanjutkan dengan pengukuran dan kalibrasi masing-masing modul-modul sistem yang dibuat dengan menggunakan alat ukur yang cukup presisi. Alat ukur yang digunakan adalah stopwatch, cup, multimeter digital. Pengujian dilakukan secara bertahap yaitu dari mulai dari rangkaian modul fuzzy, modul pengkondisi sinyal viskositas, modul pengkondisi sinyal level cairan, modul driver relai dan modul display.

5.1 PENGUJIAN ALAT

Pengujian dilakukan untuk mengetahui apakah alat yang telah dibuat bekerja dengan baik atau belum dan apakah sesuai dengan apa yang telah direncanakan sebelumnya. Pengujian dilakukan pada masing-masing modul yang telah dibuat yaitu :

- modul display
- modul pengkondisi sinyal viskositas
- modul pengkondisi sinyal level cairan
- modul board NLX 220
- modul driver relai

Modul Display

Modul ini diuji dengan jalan memberikan tegangan supply simetris $\pm 5V$ dan display harus menunjukkan bilangan-bilangan desimal. Jika sudah kemudian diuji dengan menghubungkan-singkatkan inputnya, langkah ini harus membuat display menunjukkan angka nol pada tiga segment terakhirnya. Jika semuanya sudah benar modul display dianggap sudah bekerja dengan baik.

Modul Pengkondisi Sinyal Viskositas

Modul ini berupa penguat instrumentasi. Langkah awal adalah mengkalibrasi potensiometer CMRR pada trimpot P5 10K. input dari rangkaian diground dan kemudian potensiometer diputar sampai didapat tegangan output sama dengan nol. Kemudian penguatan diset dengan memberi input 100mV dan potensiometer 5K diatur sampai didapat tegangan output sebesar 50 kali output atau sebesar +5V.

Modul Pengkondisi Sinyal Level Cairan

Pengujian pada modul ini dilakukan dengan cara memasukkan cairan tinta ke dalam tabung dan kemudian output dari potensiometer diukur sampai terjadinya kenaikan tegangan yang sejalan dengan kenaikan ketinggian cairan dalam tabung. Kemudian cairan dikeluarkan secara perlahan dan pada output potensiometer harus ada penurunan tegangan.

Modul Board NLX220

Pengujian pada modul ini dilakukan dengan cara membuat software berupa rule dimana rule dibuat dengan aturan input sama dengan output. Setiap input dari modul fuzzy diberi input tegangan yang bisa diatur besarnya dan pada output modul fuzzy dihubungkan dengan voltmeter. Kemudian tegangan pada input fuzzy diubah naik atau turun maka pada output fuzzy harus terukur tegangan yang sama dengan tegangan yang terhadap pada output. Bila keempat input sudah sudah dicoba dan pada output masing-masing telah didapatkan perubahan yang sesuai maka modul fuzzy ini dianggap telah bekerja dengan baik.

Modul Driver Relai

Pada modul ini dilakukan pengujian dengan memberikan input tegangan sebesar +5V pada masing-masing input ULN2003 dan pada saat itu masing-masing relai yang bersesuaian harus menutup dan pada output relai harus terukur tegangan sebesar +12V untuk menggerakkan katub.

5.2 Pengujian dan Pengukuran

Modul Display

Untuk mengkalibrasi rangkaian ini digunakan sumber tegangan DC simetris sebagai power supply kemudian pin 36 sebagai Vreferensi dan pin 32 sebagai common dihubungkan dengan voltmeter dalam jangkah 2,000mV. kemudian trimpot 20K diputar sampai voltmeter menunjukan angka 1,000V. Dengan

tegangan referensi sebesar ini maka skala penuh input dari modul display adalah dua kali dari tegangan referensi yaitu sebesar 2.000mV.

Modul Level Cairan

Kalibrasi untuk rangkaian pengukur level cairan dilakukan dengan menggunakan skala dengan satuan milimeter yang ditempelkan pada bak tinta dan hasilnya dibandingkan dengan output dari rangkain pengukur level. Data hasil pengukuran dapat dilihat pada tabel 5.1

Tabel 5.1 Hasil Pengukuran Level

| N0. | Level (mm) | Tegangan (mV) |
|-----|------------|---------------|
| 1 | 60 | 457 |
| 2 | 62.5 | 498 |
| 3 | 65 | 524 |
| 4 | 67.5 | 578 |
| 5 | 70 | 646 |
| 6 | 72.5 | 712 |
| 7 | 75 | 782 |
| 8 | 77.5 | 856 |
| 9 | 80 | 924 |

Viskositas

Sensor standar untuk pengukuran viskositas tidak tersedia, oleh karena itu digunakan metode pengukuran dengan menggunakan cup. Hasil pengukuran ini kemudian dibandingkan dengan pengukuran oleh sensor viskositas yang berupa

tegang DC dalam orde milivolt. Hasil dari pengukuran viskositas dapat dilihat pada tabel 5.2

Tabel 5.2 Hasil Pengukuran Viskositas

| No. | Viskositas dengan Cup (detik) | Viskositas dengan Rotating Disk (milivolt) |
|-----|----------------------------------|---|
| 1 | 1 | 500 |
| 2 | 2 | 525 |
| 3 | 3 | 550 |
| 4 | 4 | 570 |
| 5 | 5 | 595 |
| 6 | 6 | 625 |
| 7 | 7 | 665 |
| 8 | 8 | 700 |
| 9 | 9 | 725 |
| 10 | 10 | 750 |

BAB VI

PENUTUP

6.1 Kesimpulan

Dari hasil perencanaan dan pembuatan alat serta hasil pengukuran dan pengujian sistem secara keseluruhan dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Pemantauan nilai viskositas tinta mesin cetak menjadi lebih mudah dan lebih praktis dengan menggunakan alat yang telah dibuat, karena pemantauan cukup dilakukan dengan melihat display led seven segment.
2. Pengukuran nilai viskositas dengan menggunakan metode rotating disc mempunyai kelebihan yaitu kemudahan dalam pemakaian, akurasi yang baik dan kemudahan dalam membersihkan peralatan. Untuk mendapatkan hasil pengukuran yang benar benar akurat diperlukan motor dengan kestabilan yang sangat baik agar dapat berputar dengan konstan dan memiliki kepekaan tinggi terhadap perubahan beban.
3. Kesalahan pengukuran viskositas lebih banyak dikarenakan ketidak linieran sensor dan akibat tidak stabilnya putaran motor.
4. Pengukuran ketinggian cairan tinta dengan menggunakan metode pelampung memberikan hasil pengukuran yang kontinyu dan relatif lebih aman untuk digunakan pada cairan seperti tinta cetak yang sangat mudah terbakar.
5. Kesalahan pengukuran ketinggian tinta lebih banyak disebabkan karena ketidak linieran potensiometer akibat gesekan kontak yang kurang bersih dan juga

disebabkan oleh gerak dan gesekan mekanik antara pelampung dengan potensiometer.

6. Sistem kontrol dengan menggunakan logika fuzzy mempunyai beberapa keunggulan sebagai berikut:

- ♦ Tidak memerlukan model matematis sehingga memudahkan proses perancangan.
- ♦ Aturan fuzzy bersifat intuitif sehingga mudah dimengerti.
- ♦ Fleksibilitas tinggi karena mudah untuk mengubah aturan/rule sesuai dengan keperluan.

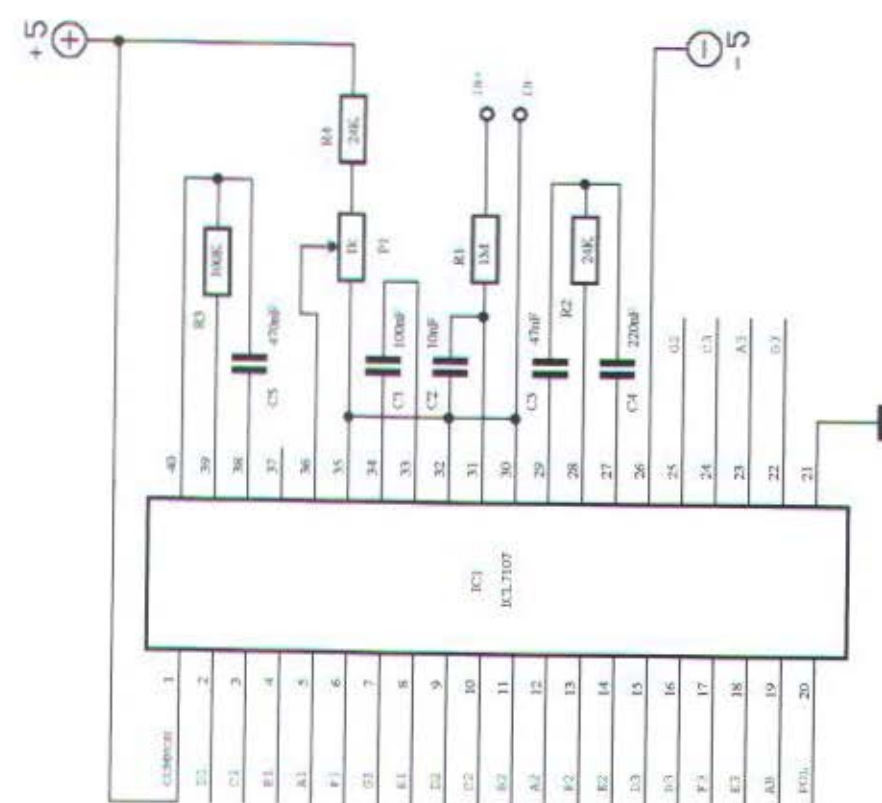
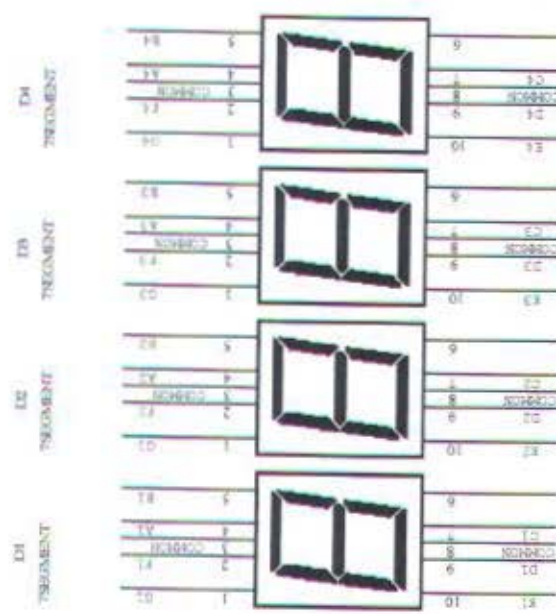
6.2 Saran

Untuk penyempurnaan dan pengembangan alat yang telah dibuat, penulis menyarankan :

1. Untuk pengukur viskositas yang lebih presisi diperlukan motor dengan kestabilan putaran yang tinggi dan konstan
2. Untuk mendapatkan ketinggian tinta dalam bak tinta dapat digunakan transduser ultrasonik untuk menghindari kerugian dan kesalahan akibat gesekan-gesekan mekanik.

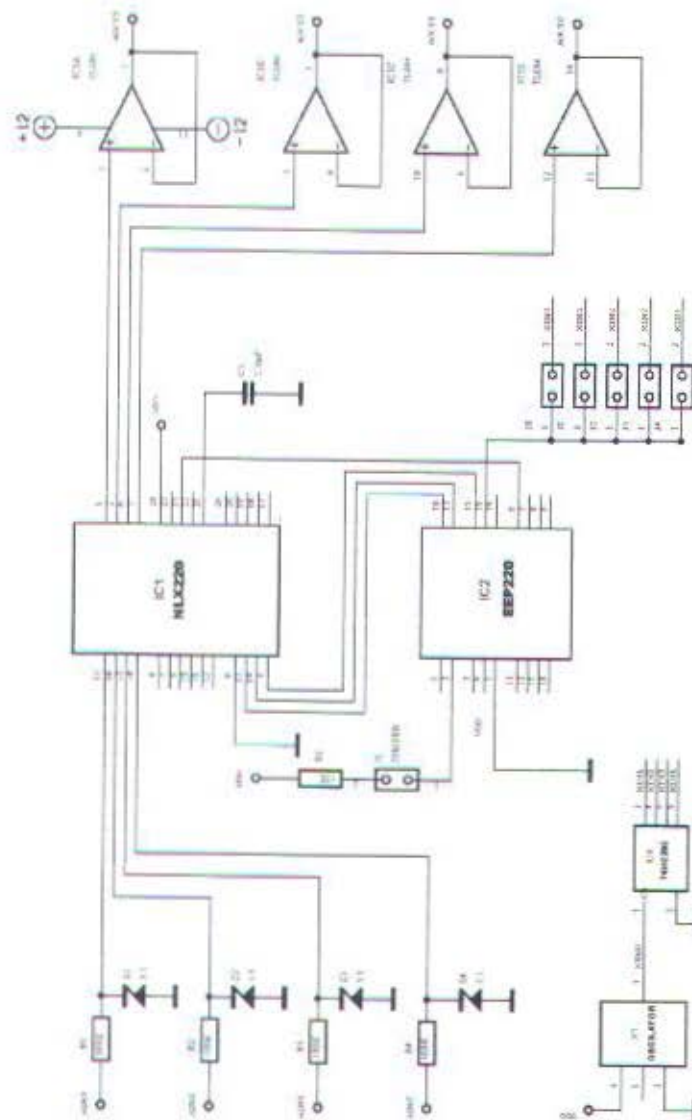
DAFTAR PUSTAKA

1. Anton J. Hartono 1991, PELUMAS, Andi Offset Yogyakarta.
2. Coughlin, Robert f. dan Driscoll, Frederick F. 1992, PENGUAT OPERASIONAL DAN RANGKAIAN TERPADU, diterjemahkan oleh Herman Widodo Sumitro, Jakarta : Penerbit Erlangga.
3. Drs. Sumanto, MESIN ARUS SEARAH, Andi Offset Yogyakarta.
4. Herbet L. Weiss, 1983, CONTROL SISTEM FOR WEB-FED MACHINERY, Converting Technologi Company.
5. J.P.M. Steeman, 1993, DATA SHEET BOOK 2, Jakarta : Penerbit PT Elex Media Computindo - Kelompok Gramedia.
6. P. Hogenboom, 1993, DATA SHEET BOOK 3 Jakarta : Penerbit PT Elex Media Computindo - Kelompok Gramedia.
7. Yan, Jun, Ryan, Michael, USING FUZZY LOGIC, Prentice Hall, 1994
8. -----, FUZZY MICROCONTROLLER DEVELOPMENT SISTEM, American Neuralogix Inc, 1992.
9. -----, 1994, NLX220, NLX220P STAND-ALONE LOGIC CONTROLLERS PRELIMINARY DATA, NeuraLogix
10. -----, THE BASIC OF GRAVURE PRINTING, Gravure Assosiation of America, Rhocester New York



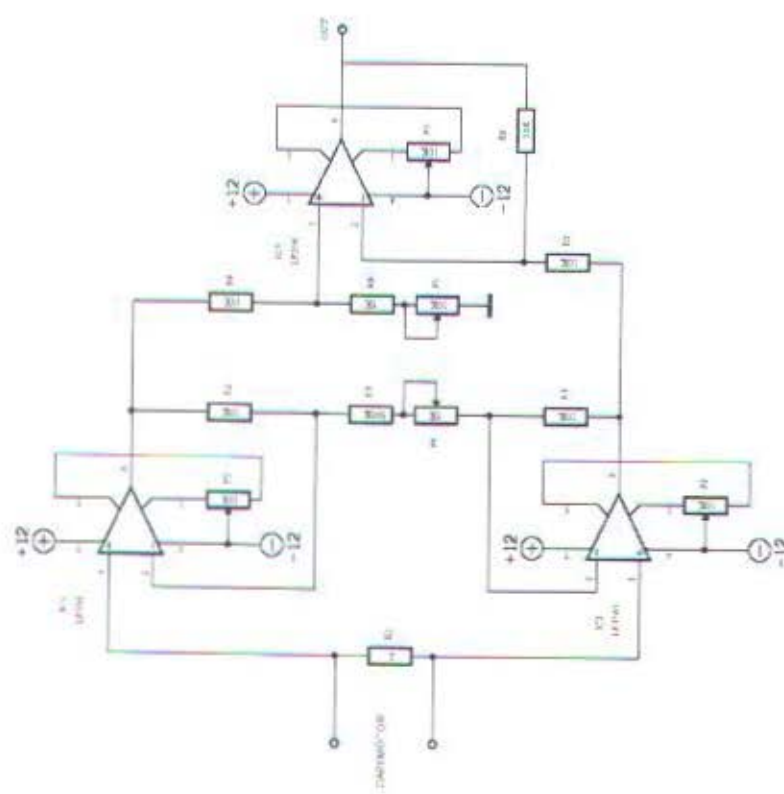
MODUL DISPLAY

| Size | Number | Revision |
|-------|--------------------------|------------------|
| A4 | | |
| Date: | 6-XX-1997 | Sheet of |
| File: | C:\PROJECT\AMANT\0718\31 | Drawn by: Marnad |

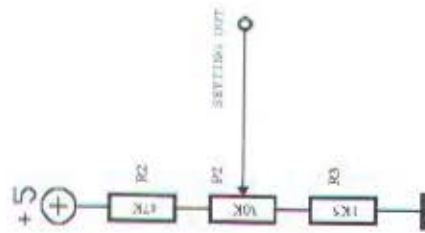
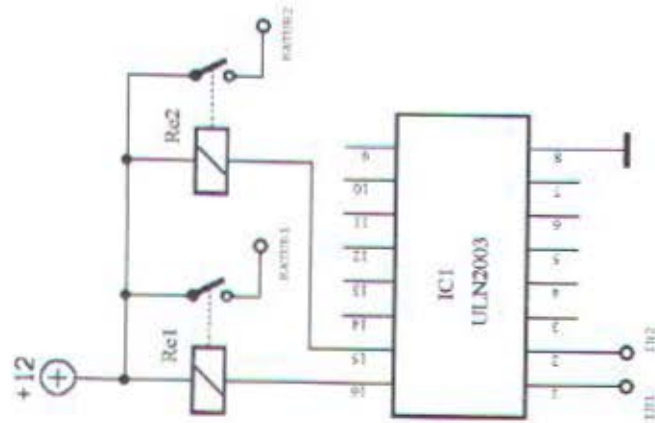


MODUL 1. NIX220

| No. | Nama | Nilai | Uraian |
|-----|-----------|-------|--------|
| 1 | Wahid | 80 | Nilai |
| 2 | RINA DWAN | 80 | Nilai |
| 3 | Nilai | 80 | Nilai |
| 4 | Nilai | 80 | Nilai |
| 5 | Nilai | 80 | Nilai |
| 6 | Nilai | 80 | Nilai |
| 7 | Nilai | 80 | Nilai |
| 8 | Nilai | 80 | Nilai |
| 9 | Nilai | 80 | Nilai |
| 10 | Nilai | 80 | Nilai |



| PENGUJIAN INSTRUMENTASI | | | |
|-------------------------|--------------|-------|-------|
| No. | Nama | Nilai | Waktu |
| 1. | REZA SYAHWAN | | |
| 2. | | | |
| 3. | | | |
| 4. | | | |
| 5. | | | |
| 6. | | | |
| 7. | | | |
| 8. | | | |
| 9. | | | |
| 10. | | | |
| 11. | | | |
| 12. | | | |
| 13. | | | |
| 14. | | | |
| 15. | | | |
| 16. | | | |
| 17. | | | |
| 18. | | | |
| 19. | | | |
| 20. | | | |



DRIVER KATUB dan SETTING

| | | |
|------|------------------------------------|----------|
| Size | Number | Revisi |
| A4 | BINA ISYAWAN | |
| Date | Bid Studi Elektronika ELEKTROFISIK | |
| Rev | 6-03-1997 | Sheet of |
| | C:\PROTEUS\N SCH | Drawn by |
| | | Revisi |

Variabel fuzzy dan rule



Input

1. Visco.
2. Delay
3. Vset,
4. Level
5. (Ramp)
6. (Valve)

Output

1. (Ramp),
2. (Valve)
3. Ink
4. Solvent

Variable Fuzzy

1. Kontrol Ramp
 - Ramp is Count (255, 0, Right Exclusive)
 - Ramp is Reset (252, 0, Symmetrical Inclusive)
2. Kontrol Valve
 - Ramp is on (valve, 0, Left Inclusive)
 - Ramp is off (valve, 0, Right Inclusive)
3. Deteksi viskositas
 - VISCO is VON (Vset, 1, Symmetrical Inclusive)
 - VISCO is VLow (Vset, 1, Right Exclusive)
 - VISCO is VVLow (Vset, 5, Right Exclusive)
 - VISCO is VHigh (Vset, 1, Left Exclusive)
 - VISCO is VVHigh (Vset, 5, Left Exclusive)
 - VISCO is VSLow (Vset, 10, Left Exclusive)
 - VISCO is VSHigh (Vset, 10, Left Exclusive)

4. Deteksi viskositas error
 - Delay is DON (VISCO, 10, Symmetrical Inclusive)
 - Delay is DNeg (VISCO, 10, Right Exclusive)
 - Delay is DVNeg (VISCO, 20, Right Exclusive)
 - Delay is DPos (VISCO, 10, Left Exclusive)
 - Delay is DVPos (VISCO, 20, Left Exclusive)
5. Deteksi Level
 - Level is Lon (50, 12, Symmetrical Inclusive)
 - Level is Low (28, 10, Left Inclusive)
 - Level is VLow (12, 10, Left Inclusive)
 - Level is High (62,0, Left Inclusive)

Rule

1. Stair Step Ramp Generator
 - If Ramp is Count then Ramp + 5
 - If Ramp is Reset then Ramp = 0
2. Valve change Rules
 - If VISCO is VON and Delay is DON and Ramp is Reset then Valve = 0
 - If VISCO is VSHigh and Delay is DON and Ramp is Reset then Valve = 200
 - If VISCO is VSHigh and Delay is DPos and Ramp is Reset then Valve = 250
 - If VISCO is VVHigh and Delay is DON and Ramp is Reset then Valve = 120
 - If VISCO is VVHigh and Delay is DPos and Ramp is Reset then Valve = 150
 - If VISCO is VHigh and Delay is DON and Ramp is Reset then Valve = 60
 - If VISCO is VHigh and Delay is DPos and Ramp is Reset then Valve = 80
 - If VISCO is VON and Delay is DPos and Ramp is Reset then Valve = 50
3. Solvent valve control
 - If Ramp is OF then Solvent = 0
 - If Ramp is ON then Solvent = 255

BLOK DIAGRAM SISTEM

